

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

08. 7. 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年 1 1 月 1 0 日  
Date of Application:

出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 3 7 9 6 8 6  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 3 - 3 7 9 6 8 6 ]

REC'D	02 SEP 2004
WIPO	PCT

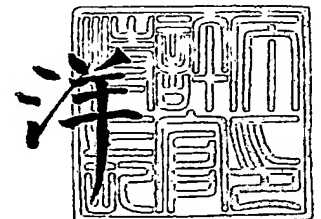
出 願 人            ニ ッ タ 株 式 会 社  
Applicant(s):

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年    8 月 2 0 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願  
【整理番号】 31110014  
【提出日】 平成15年11月10日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 G01L 1/18  
【発明者】  
    【住所又は居所】 奈良県大和郡山市池沢町 1 7 2 番地 ニッタ株式会社奈良工場内  
    【氏名】 森本 英夫  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000111085  
    【氏名又は名称】 ニッタ株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100089196  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 梶 良之  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100104226  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 須原 誠  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 014731  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 9407223  
    【包括委任状番号】 0000300

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

力が入力される受力部、支持体に固定された固定部、及び、前記受力部と前記固定部とを連結しており且つ前記受力部に入力された力に応じた歪みが発生する連結部とを有する起歪体と、

前記起歪体の前記連結部に配置された第 1 の歪みゲージと、

前記第 1 の歪みゲージよりも前記固定部に近い位置において前記連結部に配置された第 2 の歪みゲージとを備えており、

前記連結部は、前記第 1 の歪みゲージが配置された位置と前記第 2 の歪みゲージが配置された位置とに同じ大きさの応力が加えられたときに、前記第 1 の歪みゲージが配置された位置における歪み量が前記第 2 の歪みゲージが配置された位置における歪み量よりも小さくなるような形状を有していることを特徴とする歪みゲージ型センサ。

**【請求項 2】**

前記第 1 および前記第 2 の歪みゲージはそれぞれ 2 つずつ備えられており、

前記第 1 および前記第 2 の歪みゲージはいずれも 1 つの直線上に配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の歪みゲージ型センサ。

**【請求項 3】**

前記第 1 および前記第 2 の歪みゲージはそれぞれ 6 つずつ備えられており、

前記第 1 および前記第 2 の歪みゲージは互いに異なる 3 つの直線のいずれかの直線上にそれぞれ 2 つずつ配置されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の歪みゲージ型センサ。

**【請求項 4】**

前記受力部は円柱状であると共に、

前記固定部および前記連結部はいずれも円環状であって前記受力部と同心に配置されていることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の歪みゲージ型センサ。

**【請求項 5】**

前記連結部が、

前記第 1 の歪みゲージが配置された第 1 のダイヤフラムと、

前記第 1 のダイヤフラムよりも肉薄であって、前記第 2 の歪みゲージが配置された第 2 のダイヤフラムと、

前記第 1 のダイヤフラムと前記第 2 のダイヤフラムとを接続しており、前記第 1 のダイヤフラムよりも肉厚の接続部とを有していることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の歪みゲージ型センサ。

**【請求項 6】**

前記受力部に力が入力された場合に、前記第 1 の歪みゲージの抵抗値の変化量が前記第 2 の歪みゲージの抵抗値の変化量と実質的に同じになるように、前記第 1 のダイヤフラムと前記第 2 のダイヤフラムとの厚さの差および前記第 1 のダイヤフラムと前記第 2 のダイヤフラムとの長さの差の少なくともいずれか 1 つが設定されていることを特徴とする請求項 5 に記載の歪みゲージ型センサ。

**【請求項 7】**

前記連結部が、前記第 1 の歪みゲージが配置された位置から前記第 2 の歪みゲージが配置された位置に向かって次第に肉薄となることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の歪みゲージ型センサ。

**【請求項 8】**

前記受力部に力が入力された場合に、前記第 1 の歪みゲージの抵抗値の変化量が前記第 2 の歪みゲージの抵抗値の変化量と実質的に同じになるように、前記第 1 の歪みゲージが配置された位置と前記第 2 の歪みゲージが配置された位置との厚さの差が設定されていることを特徴とする請求項 7 に記載の歪みゲージ型センサ。

**【請求項 9】**

前記受力部と前記連結部との連結部分が所定の曲率を有していると共に、前記固定部と

前記連結部との連結部分が前記所定の曲率よりも大きい曲率を有していることを特徴とする請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載の歪みゲージ型センサ。

【請求項 10】

前記受力部に力が入力された場合に、前記第 1 の歪みゲージの抵抗値の変化量が前記第 2 の歪みゲージの抵抗値の変化量と実質的に同じになるように、前記受力部と前記連結部との連結部分と、前記固定部と前記連結部との連結部分との曲率の差が設定されていることを特徴とする請求項 9 に記載の歪みゲージ型センサ。

【請求項 11】

力が入力される受力部、支持体に固定された固定部、及び、前記受力部と前記固定部とを連結しており且つ前記受力部に入力された力に応じた歪みが発生する連結部とを有する起歪体と、

前記起歪体の前記連結部に配置された第 1 の歪みゲージと、

前記第 1 の歪みゲージよりも前記固定部に近い位置において前記連結部に配置された第 2 の歪みゲージとを備えており、

前記第 1 の歪みゲージの長さが前記第 2 の歪みゲージの長さよりも短いことを特徴とする歪みゲージ型センサ。

【請求項 12】

前記受力部に力が入力された場合に、前記第 1 の歪みゲージの抵抗値の変化量が前記第 2 の歪みゲージの抵抗値の変化量と実質的に同じになるように、前記第 1 の歪みゲージと前記第 2 の歪みゲージとの長さの差が設定されていることを特徴とする請求項 11 に記載の歪みゲージ型センサ。

【請求項 13】

力が入力される受力部、支持体に固定された固定部、及び、前記受力部と前記固定部とを連結しており且つ前記受力部に入力された力に応じた歪みが発生する連結部とを有する起歪体と、

前記起歪体の前記連結部に配置された第 1 の歪みゲージと、

前記第 1 の歪みゲージよりも前記固定部に近い位置において前記連結部に配置された第 2 の歪みゲージとを備えており、

前記連結部が、

前記第 1 の歪みゲージが配置された第 1 のダイヤフラムと、

前記第 2 の歪みゲージが配置された第 2 のダイヤフラムと、

前記第 1 のダイヤフラムと前記第 2 のダイヤフラムとを接続する接続部とを有しており

、  
前記受力部に力が入力された場合に、前記第 1 の歪みゲージの抵抗値の変化量が前記第 2 の歪みゲージの抵抗値の変化量と実質的に同じになるように、前記第 1 のダイヤフラムと前記第 2 のダイヤフラムとの厚さの差、前記第 1 のダイヤフラムと前記第 2 のダイヤフラムとの長さの差および前記第 1 の歪みゲージと前記第 2 の歪みゲージとの長さの差の少なくともいずれか 1 つが設定されていることを特徴とする歪みゲージ型センサ。

【請求項 14】

力が入力される受力部、支持体に固定された固定部、及び、前記受力部と前記固定部とを連結しており且つ前記受力部に入力された力に応じた歪みが発生する連結部とを有する起歪体と、

前記起歪体の前記連結部に配置された第 1 の歪みゲージと、

前記第 1 の歪みゲージよりも前記固定部に近い位置において前記連結部に配置された第 2 の歪みゲージとを備えており、

前記連結部が、前記第 1 の歪みゲージが配置された位置から前記第 2 の歪みゲージが配置された位置に向かって次第に肉薄となっており、

前記受力部に力が入力された場合に、前記第 1 の歪みゲージの抵抗値の変化量が前記第 2 の歪みゲージの抵抗値の変化量と実質的に同じになるように、前記連結部の前記第 1 の歪みゲージが配置された位置と前記連結部の前記第 2 の歪みゲージが配置された位置との

厚さの差および前記第 1 の歪みゲージと前記第 2 の歪みゲージとの長さの差の少なくともいずれか 1 つが設定されていることを特徴とする歪みゲージ型センサ。

【請求項 15】

力が入力される受力部、支持体に固定された固定部、及び、前記受力部と前記固定部とを連結しており且つ前記受力部に入力された力に応じた歪みが発生する連結部とを有する起歪体と、

前記起歪体の前記連結部に配置された第 1 の歪みゲージと、

前記第 1 の歪みゲージよりも前記固定部に近い位置において前記連結部に配置された第 2 の歪みゲージとを備えており、

前記受力部と前記連結部との連結部分が所定の曲率を有していると共に、前記固定部と前記連結部との連結部分が前記所定の曲率よりも大きな曲率を有しており、

前記受力部に力が入力された場合に、前記第 1 の歪みゲージの抵抗値の変化量が前記第 2 の歪みゲージの抵抗値の変化量と実質的に同じになるように、前記受力部と前記連結部との連結部分と、前記固定部と前記連結部との連結部分との曲率の差および前記第 1 の歪みゲージと前記第 2 の歪みゲージとの長さの差の少なくともいずれか 1 つが設定されていることを特徴とする歪みゲージ型センサ。

【請求項 16】

前記歪みゲージはピエゾ抵抗素子であることを特徴とする請求項 1 ～ 15 のいずれか 1 項に記載の歪みゲージ型センサ。

【請求項 17】

請求項 1 ～ 16 のいずれか 1 項に記載の歪みゲージ型センサを同一平面上に複数備えていることを特徴とする歪みゲージ型センサユニット。

【請求項 18】

前記複数の歪みゲージ型センサは、中心点を中心に等角度おき、且つ前記中心点から等距離に配置されていることを特徴とする請求項 17 に記載の歪みゲージ型センサユニット。

【請求項 19】

前記角度は 90 度であることを特徴とする請求項 18 に記載の歪みゲージ型センサユニット。

【請求項 20】

前記角度は 120 度であることを特徴とする請求項 18 に記載の歪みゲージ型センサユニット。

## 【書類名】明細書

【発明の名称】歪みゲージ型センサおよびこれを利用した歪みゲージ型センサユニット

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、外部から加わった多軸の力、モーメント、加速度、角速度の少なくとも1つを測定することができる歪みゲージ型センサおよびこれを利用した歪みゲージ型センサユニットに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

歪みゲージ型センサとしては、半導体の単結晶基板を利用して力やモーメントを検出する装置が知られている。特許文献1には、図16および図17に示すように、中央に設けられた略円柱形状の受力部511と、周囲に設けられた固定部512と、これらを連結する円環形状のダイヤフラム部513とを備えた起歪体510と、この起歪体510に取り付けられたピエゾ素子からなる歪みゲージR511～R534とを有する歪みゲージ型センサ500が記載されている。

## 【0003】

歪みゲージR511～R534は、それぞれ起歪体510の上面に設けられている。ここで、起歪体510の上面と受力部511の中心軸との交点を原点Oとする。そして、起歪体510の上面において、原点Oを通り且つ互いに直交する2つの軸をX軸、Y軸とする。また、起歪体510の上面において、原点Oを通り且つX軸、Y軸とは異なる軸を斜め軸Sとする。歪みゲージR511～R534は、各軸上のダイヤフラム部513の外縁部近傍および内縁部近傍に配置されている。

## 【0004】

かかる歪みゲージ型センサ500では、受力部511に対して加わったX、Y、Zの3軸方向の力やモーメントを測定するために、各歪みゲージR511～R534によりブリッジ回路を構成している。具体的には、X軸上の歪みゲージR511～R514により図18(A)に示すブリッジ回路521を構成して、これにより電圧 $V_x$ を得る。また、Y軸上の歪みゲージR521～R524により図18(B)に示すブリッジ回路522を構成して、これにより電圧 $V_y$ を得る。さらに、S軸上の歪みゲージR531～R534により図18(C)に示すブリッジ回路523を構成して、これにより電圧 $V_z$ を得る。そして、これら3つのブリッジ回路521～523により得られた電圧 $V_x$ 、 $V_y$ 、 $V_z$ の組み合わせにより、受力部511に対して加わったX、Y、Zの3軸方向の力やモーメントを導出することができる。

## 【0005】

【特許文献1】特開平4-194634号公報（第2図、第3図、第7図、第3項左下欄第3行～右下欄第6行、第4項右下欄第9行～第15行）

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

ここで、図19に示すように、歪みゲージ型センサ500の受力部511に対してX軸正方向の力が加わった場合について考える。このような場合には、X軸上のダイヤフラム部513の内縁部には最も大きな歪み $\epsilon_2$ が生じる。ところが、X軸上のダイヤフラム部513の外縁部に生じる歪み $\epsilon_1$ は、内縁部に生じる歪み $\epsilon_2$ と比べて非常に小さくなる。なお、ここでは、引っ張り方向の歪みと圧縮方向の歪みとを区別せず、単に歪みの大きさだけを考えている。

## 【0007】

また、同様に、X、Y、Zの3軸のいずれの方向に力やモーメントが加わった場合も、各軸上のダイヤフラム部513の外縁部に生じる歪みは、その内縁部に生じる歪みと比べて、非常に小さくなる。つまり、歪みゲージ型センサ500においては、歪みゲージR512、R513、R522、R523、R532、R533の抵抗値は大きく変化するが

、歪みゲージ R511、R514、R521、R524、R531、R534 の抵抗値の変化は小さい。従って、ブリッジ回路 521、522、523 にそれぞれ含まれる 4 つの歪みゲージのうち、2 つの歪みゲージ（ブリッジ回路 521 においては R512、R513、ブリッジ回路 522 においては R522、R523、ブリッジ回路 523 においては R532、R533）の抵抗値だけが大きく変化する。その結果、ブリッジ回路 521、522、523 の出力はいずれも小さくなって、センサとしての感度が低くなるという問題がある。

#### 【0008】

そこで、本発明の目的は、感度の高い歪みゲージ型センサおよびこれを利用した歪みゲージ型センサユニットを提供することである。

#### 【課題を解決するための手段及び効果】

#### 【0009】

本発明の歪みゲージ型センサは、力が入力される受力部、支持体に固定された固定部、及び、前記受力部と前記固定部とを連結しており且つ前記受力部に入力された力に応じた歪みが発生する連結部とを有する起歪体と、前記起歪体の前記連結部に配置された第 1 の歪みゲージと、前記第 1 の歪みゲージよりも前記固定部に近い位置において前記連結部に配置された第 2 の歪みゲージとを備えており、前記連結部は、前記第 1 の歪みゲージが配置された位置と前記第 2 の歪みゲージが配置された位置とに同じ大きさの応力が加えられたときに、前記第 1 の歪みゲージが配置された位置における歪み量が前記第 2 の歪みゲージが配置された位置における歪み量よりも小さくなるような形状を有している。

#### 【0010】

この構成によると、外部から受力部に対して力が入力された際に、第 1 の歪みゲージが配置された位置での連結部の歪み量と第 2 の歪みゲージが配置された位置での連結部の歪み量との差を少なくすることができる。従って、第 1 の歪みゲージの抵抗値の変化量と第 2 の歪みゲージの抵抗値の変化量との差が小さくなる。その結果、歪みゲージ型センサに外部から加えられた力を高感度で測定することができる。

#### 【0011】

本発明の歪みゲージ型センサでは、前記第 1 および前記第 2 の歪みゲージはそれぞれ 2 つずつ備えられており、前記第 1 および前記第 2 の歪みゲージはいずれも 1 つの直線上に配置されていてもよい。

#### 【0012】

この構成によると、1 つの直線上に配置された 4 つの歪みゲージにより、外部から受力部に対して入力された 1 軸の力を検出することができる。

#### 【0013】

本発明の歪みゲージ型センサでは、前記第 1 および前記第 2 の歪みゲージはそれぞれ 6 つずつ備えられており、前記第 1 および前記第 2 の歪みゲージは互いに異なる 3 つの直線のいずれかの直線上にそれぞれ 2 つずつ配置されていてもよい。

#### 【0014】

この構成によると、互いに異なる 3 つの直線上にそれぞれ配置された 4 つの歪みゲージにより、外部から受力部に対して入力された 3 軸の力を検出することができる。

#### 【0015】

本発明の歪みゲージ型センサでは、前記受力部は円柱状であると共に、前記固定部および前記連結部はいずれも円環状であって前記受力部と同心に配置されていてもよい。

#### 【0016】

この構成によると、連結部と平行な面内において、全ての方向に力を加えることができる。

#### 【0017】

本発明の歪みゲージ型センサでは、前記連結部が、前記第 1 の歪みゲージが配置された第 1 のダイヤフラムと、前記第 1 のダイヤフラムよりも肉薄であって、前記第 2 の歪みゲージが配置された第 2 のダイヤフラムと、前記第 1 のダイヤフラムと前記第 2 のダイヤフ

ラムとを接続しており、前記第1のダイヤフラムよりも肉厚の接続部とを有していてもよい。

**【0018】**

この構成によると、第1のダイヤフラムの第1の歪みゲージが配置された位置と第2のダイヤフラムの第2の歪みゲージが配置された位置とに対して同じ大きさの応力が加えられたときに、第1の歪みゲージが配置された位置の歪み量が第2の歪みゲージが配置された位置の歪み量よりも小さくなる。従って、外部から受力部に対して力が入力された際に、第1の歪みゲージが配置された位置での連結部の歪み量と第2の歪みゲージが配置された位置での連結部の歪み量との差を少なくすることができる。よって、第1の歪みゲージの抵抗値の変化量と第2の歪みゲージの抵抗値の変化量との差が小さくなる。その結果、歪みゲージ型センサに外部から加えられた力を高感度で測定することができる。

**【0019】**

本発明の歪みゲージ型センサでは、前記受力部に力が入力された場合に、前記第1の歪みゲージの抵抗値の変化量が前記第2の歪みゲージの抵抗値の変化量と実質的に同じになるように、前記第1のダイヤフラムと前記第2のダイヤフラムとの厚さの差および前記第1のダイヤフラムと前記第2のダイヤフラムとの長さの差の少なくともいずれか1つが設定されていてもよい。

**【0020】**

この構成によると、歪みゲージ型センサに外部から加えられた力を最も高感度で測定することができる。

**【0021】**

本発明の歪みゲージ型センサでは、前記連結部が、前記第1の歪みゲージが配置された位置から前記第2の歪みゲージが配置された位置に向かって次第に肉薄となっていてよい。

**【0022】**

この構成によると、第1の歪みゲージが配置された位置と第2の歪みゲージが配置された位置とに対して同じ大きさの応力が加えられたときに、第1の歪みゲージが配置された位置の歪み量が第2の歪みゲージが配置された位置の歪み量よりも小さくなる。従って、外部から受力部に対して力が入力された際に、第1の歪みゲージが配置された位置での連結部の歪み量と第2の歪みゲージが配置された位置での連結部の歪み量との差を少なくすることができる。よって、第1の歪みゲージの抵抗値の変化量と第2の歪みゲージの抵抗値の変化量との差が小さくなる。その結果、歪みゲージ型センサに外部から加えられた力を高感度で測定することができる。

**【0023】**

本発明の歪みゲージ型センサでは、前記受力部に力が入力された場合に、前記第1の歪みゲージの抵抗値の変化量が前記第2の歪みゲージの抵抗値の変化量と実質的に同じになるように、前記第1の歪みゲージが配置された位置と前記第2の歪みゲージが配置された位置との厚さの差が設定されていてもよい。

**【0024】**

この構成によると、歪みゲージ型センサに外部から加えられた力を最も高感度で測定することができる。

**【0025】**

本発明の歪みゲージ型センサでは、前記受力部と前記連結部との連結部分が所定の曲率を有していると共に、前記固定部と前記連結部との連結部分が前記所定の曲率よりも大きい曲率を有していてもよい。

**【0026】**

この構成によると、第1の歪みゲージが配置された位置と第2の歪みゲージが配置された位置とに対して同じ大きさの応力が加えられたときに、第1の歪みゲージが配置された位置の歪み量が第2の歪みゲージが配置された位置の歪み量よりも小さくなる。従って、外部から受力部に対して力が入力された際に、第1の歪みゲージが配置された位置での連



結部の歪み量と第2の歪みゲージが配置された位置での連結部の歪み量との差を少なくすることができる。よって、第1の歪みゲージの抵抗値の変化量と第2の歪みゲージの抵抗値の変化量との差が小さくなる。その結果、歪みゲージ型センサに外部から加えられた力を高感度で測定することができる。

【0027】

本発明の歪みゲージ型センサでは、前記受力部に力が入力された場合に、前記第1の歪みゲージの抵抗値の変化量が前記第2の歪みゲージの抵抗値の変化量と実質的に同じになるように、前記受力部と前記連結部との連結部分と、前記固定部と前記連結部との連結部分との曲率の差が設定されていてもよい。

【0028】

この構成によると、歪みゲージ型センサに外部から加えられた力を最も高感度で測定することができる。

【0029】

本発明の歪みゲージ型センサは、力が入力される受力部、支持体に固定された固定部、及び、前記受力部と前記固定部とを連結しており且つ前記受力部に入力された力に応じた歪みが発生する連結部とを有する起歪体と、前記起歪体の前記連結部に配置された第1の歪みゲージと、前記第1の歪みゲージよりも前記固定部に近い位置において前記連結部に配置された第2の歪みゲージとを備えており、前記第1の歪みゲージの長さが前記第2の歪みゲージの長さよりも短い。

【0030】

この構成によると、外部から受力部に対して力が入力された際に、第1の歪みゲージの抵抗値の変化量と第2の歪みゲージの抵抗値の変化量との差を小さくすることができる。その結果、歪みゲージ型センサに外部から加えられた力を高感度で測定することができる。

【0031】

本発明の歪みゲージ型センサでは、前記受力部に力が入力された場合に、前記第1の歪みゲージの抵抗値の変化量が前記第2の歪みゲージの抵抗値の変化量と実質的に同じになるように、前記第1の歪みゲージと前記第2の歪みゲージとの長さの差が設定されていてもよい。

【0032】

この構成によると、歪みゲージ型センサに外部から加えられた力を最も高感度で測定することができる。

【0033】

本発明の歪みゲージ型センサは、力が入力される受力部、支持体に固定された固定部、及び、前記受力部と前記固定部とを連結しており且つ前記受力部に入力された力に応じた歪みが発生する連結部とを有する起歪体と、前記起歪体の前記連結部に配置された第1の歪みゲージと、前記第1の歪みゲージよりも前記固定部に近い位置において前記連結部に配置された第2の歪みゲージとを備えており、前記連結部が、前記第1の歪みゲージが配置された第1のダイヤフラムと、前記第2の歪みゲージが配置された第2のダイヤフラムと、前記第1のダイヤフラムと前記第2のダイヤフラムとを接続する接続部とを有しており、前記受力部に力が入力された場合に、前記第1の歪みゲージの抵抗値の変化量が前記第2の歪みゲージの抵抗値の変化量と実質的に同じになるように、前記第1のダイヤフラムと前記第2のダイヤフラムとの厚さの差、前記第1のダイヤフラムと前記第2のダイヤフラムとの長さの差および前記第1の歪みゲージと前記第2の歪みゲージとの長さの差の少なくともいずれか1つが設定されている。

【0034】

この構成によると、歪みゲージ型センサに外部から加えられた力を最も高感度で測定することができる。

【0035】

本発明の歪みゲージ型センサは、力が入力される受力部、支持体に固定された固定部、及び、前記受力部と前記固定部とを連結しており且つ前記受力部に入力された力に応じた

歪みが発生する連結部とを有する起歪体と、前記起歪体の前記連結部に配置された第1の歪みゲージと、前記第1の歪みゲージよりも前記固定部に近い位置において前記連結部に配置された第2の歪みゲージとを備えており、前記連結部が、前記第1の歪みゲージが配置された位置から前記第2の歪みゲージが配置された位置に向かって次第に肉薄となっており、前記受力部に力が入力された場合に、前記第1の歪みゲージの抵抗値の変化量が前記第2の歪みゲージの抵抗値の変化量と実質的に同じになるように、前記連結部の前記第1の歪みゲージが配置された位置と前記連結部の前記第2の歪みゲージが配置された位置との厚さの差および前記第1の歪みゲージと前記第2の歪みゲージとの長さの差の少なくともいずれか1つが設定されている。

【0036】

この構成によると、歪みゲージ型センサに外部から加えられた力を最も高感度で測定することができる。

【0037】

本発明の歪みゲージ型センサは、力が入力される受力部、支持体に固定された固定部、及び、前記受力部と前記固定部とを連結しており且つ前記受力部に入力された力に応じた歪みが発生する連結部とを有する起歪体と、前記起歪体の前記連結部に配置された第1の歪みゲージと、前記第1の歪みゲージよりも前記固定部に近い位置において前記連結部に配置された第2の歪みゲージとを備えており、前記受力部と前記連結部との連結部分が所定の曲率を有していると共に、前記固定部と前記連結部との連結部分が前記所定の曲率よりも大きな曲率を有しており、前記受力部に力が入力された場合に、前記第1の歪みゲージの抵抗値の変化量が前記第2の歪みゲージの抵抗値の変化量と実質的に同じになるように、前記受力部と前記連結部との連結部分と、前記固定部と前記連結部との連結部分との曲率の差および前記第1の歪みゲージと前記第2の歪みゲージとの長さの差の少なくともいずれか1つが設定されている。

【0038】

この構成によると、歪みゲージ型センサに外部から加えられた力を最も高感度で測定することができる。

【0039】

本発明の歪みゲージ型センサでは、前記歪みゲージはピエゾ抵抗素子であることが好ましい。

【0040】

この構成によると、ピエゾ抵抗素子は箔歪みゲージに比べてゲージ率が10倍以上大きいので、箔歪みゲージを利用する場合と比べて感度を10倍以上大きくすることができる。

【0041】

本発明の歪みゲージ型センサユニットは、上述の歪みゲージ型センサを同一平面上に複数備えている。

【0042】

この構成によると、歪みゲージ型センサユニットに対して加えられた力、モーメント、加速度、角加速度等を高感度で検出することができる。

【0043】

本発明の歪みゲージ型センサユニットでは、前記複数の歪みゲージ型センサは、中心点を中心に等角度おき、且つ前記中心点から等距離に配置されていることが好ましい。

【0044】

この構成によると、各歪みゲージ型センサの歪みゲージの抵抗値の変化から比較的簡易な計算により、歪みゲージ型センサユニットに対して加えられた力、モーメント、加速度、角加速度等を導出することができる。

【0045】

本発明の歪みゲージ型センサユニットでは、前記角度は90度であってもよい。

【0046】

この構成によると、直交する 2 軸での力、モーメント、加速度、角加速度等を極めて容易に算出することができる。

【0047】

本発明の歪みゲージ型センサユニットでは、前記角度は 120 度であってもよい。

【0048】

この構成によると、3 個の歪みゲージ型センサで歪みゲージ型センサユニットに対して加えられた力、モーメント、加速度、角加速度等を算出することができるので、歪みゲージ型センサユニットの構成を簡易化することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0049】

以下、本発明の好適な実施の形態について、図面を参照しつつ説明する。

【0050】

まず、図 1 および図 2 を参照しつつ、本発明の第 1 の実施の形態に係る歪みゲージ型センサ 1 の構成について説明する。

【0051】

図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態に係る歪みゲージ型センサ 1 の横断面図である。歪みゲージ型センサ 1 は、中央に設けられた略円柱形状の受力部 11 と、周囲に設けられた固定部 12 と、受力部 11 の上面部近傍と固定部 12 とを連結する略円環形状の連結部 13 とを備えた起歪体 10 と、この起歪体 10 に取り付けられたピエゾ素子などからなる歪みゲージ R11～R34 とを有する。なお、受力部 11 の上面と連結部 13 の上面とは、同一平面上にある。

【0052】

ここでは説明の便宜上 XYZ 三次元座標系を定義し、この座標系を参照しながら各部品に配置説明を行うことにする。図 1 においては、受力部 11 の上面の中心位置が原点 O、右水平方向が X 軸、上垂直方向が Z 軸、紙面に垂直奥方向が Y 軸、とそれぞれ定義される。つまり、受力部 11 の上面および連結部 13 の上面は XY 平面を規定し、受力部 11 の中心位置に Z 軸が通ることになる。また、原点 O を通り X 軸正方向から Y 軸正方向に 45 度をなす軸を S 軸とする（図 2 参照）。なお、S 軸と X 軸とのなす角度は、S 軸が X 軸および Y 軸と重ならない限り任意に変更可能である。

【0053】

起歪体 10 は、アルミや SUS などの金属製可撓性材料から成る。固定部 12 は、歪みゲージ型センサ 1 を他の装置に取り付けるためのものであり、受力部 11 に外力が加わっても歪みや変形が発生しにくいように肉厚の大きい剛性の高いものとしている。連結部 13 の下面の内縁部には所定幅を有する円環形状の浅溝 13a が、外縁部には所定幅を有する円環形状の深溝 13b がそれぞれ形成されている。従って、連結部 13 の中心位置近傍（13a と 13b との間に対応する部分）には肉厚の大きな肉厚部 14 が形成されている。

【0054】

ここで、浅溝 13a と深溝 13b との幅（図 1 において左右方向の長さ）は等しい。また、浅溝 13a の深さ D1 と、深溝 13b の深さ D2 と、浅溝 13a の深さ D1 と深溝 13b の深さ D2 との差 D0 とは、以下の（式 1）、（式 2）で表されるような関係がある。

【0055】

$$D1 < D2 \quad (式 1)$$

$$D2 - D1 = D0 \quad (式 2)$$

【0056】

そして、歪みゲージ型センサ 1 では、連結部 13 の浅溝 13a に対応する部分にはダイヤフラム 15 が形成され、深溝 13b に対応する部分にはダイヤフラム 16 が形成されている。つまり、連結部 13 の内縁部近傍はダイヤフラム 15 として、外縁部近傍はダイヤフラム 16 としてそれぞれ機能する。そして、受力部 11 に外力やモーメントが加わった

場合には、連結部 13 に発生する歪みがダイヤフラム 15 とダイヤフラム 16 とに集中するようになっている。

#### 【0057】

また、ダイヤフラム 15 の肉厚は、ダイヤフラム 16 の肉厚と比べて厚くなる。ここで、ダイヤフラム 15 とダイヤフラム 16 との肉厚の差  $T_0$  は、浅溝 13a の深さ  $D_1$  と深溝 13b の深さ  $D_2$  との差  $D_0$  と一致する。なお、浅溝 13a の深さ  $D_1$  と深溝 13b の深さ  $D_2$  との差  $D_0$  つまり、ダイヤフラム 15 とダイヤフラム 16 との肉厚の差  $T_0$  は、受力部 11 に外部から力やモーメントが加えられる前と加えられた後とでの、原点 O を通る直線とダイヤフラム 15 およびダイヤフラム 16 との交点に生じる歪みの変化量がいずれもほぼ等しくなるように決められる。

#### 【0058】

歪みゲージ R11～R34 としては、金属箔歪みゲージや金属線歪みゲージを用いている。歪みゲージ R11～R34 は一種の抵抗体であり、歪みの発生する場所に貼り付けて使用する歪みゲージである。歪みゲージは、測定対象に歪みが生じ伸縮すると、それに比例して歪みゲージが伸縮し抵抗値が変化し、歪み  $\epsilon$  を測定することができる。一般には、引張りによる歪み  $\epsilon$  に対しては抵抗値が大きくなり、圧縮による歪み  $\epsilon$  に対しては抵抗値が小さくなる比例特性を持っている。また、その長さが長いほど抵抗値の変化量が大きくなる。なお、通常は材料が歪み  $\epsilon$  に対して応力  $\sigma$  が比例する弾性域で使用する。

#### 【0059】

次に、図 2 を用いて歪みゲージ R11～R34 の配置を説明する。図 2 は、歪みゲージ型センサ 1 の上面図である。なお、歪みゲージ R11～R34 のリード線の図示は省略している。

#### 【0060】

図 2 に示すように、X 軸上には外部から加えられた X 軸方向成分の力を検出する歪みゲージ R11～R14 が、X 軸に沿って配置されている。歪みゲージ R11 はダイヤフラム 16 の X 軸正方向に対応する部分に、歪みゲージ R12 はダイヤフラム 15 の X 軸正方向に対応する部分に、歪みゲージ R13 はダイヤフラム 15 の X 軸負方向に対応する部分に、歪みゲージ R14 はダイヤフラム 16 の X 軸負方向に対応する部分にそれぞれ配置されている。

#### 【0061】

また、Y 軸上には外部から加えられた Y 軸方向成分の力を検出する歪みゲージ R21～R24 が、Y 軸に沿って配置されている。歪みゲージ R21 はダイヤフラム 16 の Y 軸負方向に対応する部分に、歪みゲージ R22 はダイヤフラム 15 の Y 軸負方向に対応する部分に、歪みゲージ R23 はダイヤフラム 15 の Y 軸正方向に対応する部分に、歪みゲージ R24 はダイヤフラム 16 の Y 軸正方向に対応する部分にそれぞれ配置されている。

#### 【0062】

また、S 軸上には外部から加えられた Z 軸方向成分の力を検出する歪みゲージ R31～R34 が、S 軸に沿って配置されている。歪みゲージ R31 はダイヤフラム 16 の S 軸正方向に対応する部分に、歪みゲージ R32 はダイヤフラム 15 の S 軸正方向に対応する部分に、歪みゲージ R33 はダイヤフラム 15 の S 軸負方向に対応する部分に、歪みゲージ R34 はダイヤフラム 16 の S 軸負方向に対応する部分にそれぞれ配置されている。

#### 【0063】

このように、歪みゲージ R11～R34 は、いずれも連結部 13 に配置されている。そして、歪みゲージ R11 はその X 軸正方向の外縁部に、歪みゲージ R12 はその X 軸正方向の内縁部に、歪みゲージ R13 はその X 軸負方向の内縁部に、歪みゲージ R14 はその X 軸負方向の外縁部にそれぞれ配置されている。また、歪みゲージ R21 はその Y 軸負方向の外縁部に、歪みゲージ R22 はその Y 軸負方向の内縁部に、歪みゲージ R23 はその Y 軸正方向の内縁部に、歪みゲージ R24 はその Y 軸正方向の外縁部にそれぞれ配置されている。さらに、歪みゲージ R31 はその S 軸正方向の外縁部に、歪みゲージ R32 はその S 軸正方向の内縁部に、歪みゲージ R33 はその S 軸負方向の内縁部に、歪みゲージ R

34はそのS軸負方向の外縁部にそれぞれ配置されている。

【0064】

なお、歪みゲージR11～R34の長さはいずれも等しい。つまり、歪みゲージR11～R14のX軸に沿う長さ、歪みゲージR21～R24のY軸に沿う長さ、歪みゲージR31～R34のS軸に沿う長さはいずれも等しい。また、歪みゲージR11～R34の長さは、ダイヤフラム15およびダイヤフラム16の幅と等しい。つまり、歪みゲージR11～R34の長さは、いずれもダイヤフラム15、16のX軸、Y軸またはS軸上における長さと等しい。

【0065】

また、歪みゲージR11～R34は、それぞれのX軸、Y軸またはS軸に沿う長さの中心位置が、ダイヤフラム15の幅方向の中心位置またはダイヤフラム16の幅方向の中心位置と一致するように配置されている。

【0066】

ここで、上述したように、ダイヤフラム15とダイヤフラム16との肉厚の差T0は、原点Oを通る直線とダイヤフラム15およびダイヤフラム16との交点に生じる歪みの変化量がいずれもほぼ等しくなるように決められる。従って、X軸上の歪みゲージR11、R12、R13、R14が配置されている位置での歪みの変化量はそれぞれほぼ等しくなる。その結果、歪みゲージR11、R12、R13、R14の抵抗値の変化量はそれぞれほぼ等しくなる。

【0067】

同様に、Y軸上の歪みゲージR21、R22、R23、R24が配置されている位置での歪みの変化量もそれぞれほぼ等しくなる。その結果、歪みゲージR21、R22、R23、R24の抵抗値の変化量はそれぞれ等しくなる。また、S軸上の歪みゲージR31、R32、R33、R34が配置されている位置での歪みの変化量もそれぞれほぼ等しくなる。その結果、歪みゲージR31、R32、R33、R34の抵抗値の変化量はそれぞれ等しくなる。

【0068】

次に、各軸方向ごとに力を検出する原理を説明する。

【0069】

図3に、受力部11に対して、X軸正方向の力 $F_x$ を加えたときの歪みゲージ型センサ1の状態および各歪みゲージR11～R14の抵抗値の変化を示す。力 $F_x$ は、受力部11の作用点11aと歪みゲージ型センサ1の原点Oとの距離Lに対応したモーメント $M_y$ （Y軸回りのモーメント）として作用する。このとき、図3に示すように、X軸正方向のダイヤフラム16に対応する部分とX軸負方向のダイヤフラム15に対応する部分とは圧縮による歪みが、またX軸正方向のダイヤフラム15に対応する部分とX軸負方向のダイヤフラム16に対応する部分には引っ張りによる歪みがそれぞれ生じる。そして、これらの歪みは、歪みゲージR11～R14によって検出される。なお、図3中の(+)は歪みゲージの抵抗値の増加を、(-)は歪みゲージの抵抗値の減少を示す。

【0070】

次に、受力部11に対して、Y軸正方向の力 $F_y$ を加えたときは、力 $F_y$ は受力部11の作用点11aと歪みゲージ型センサ1の原点Oとの距離Lに対応したモーメント $M_x$ （X軸回りのモーメント）として作用する。これは上述のX軸正方向の力 $F_x$ を加えたときの状態を90度ずらして考えればよいので、ここでは説明を省略する。

【0071】

図4に、受力部11に対して、Z軸正方向の力 $F_z$ を加えたときの歪みゲージ型センサ1の状態を示す。このとき、図4に示すように、ダイヤフラム16に対応する部分には圧縮による歪みが、またダイヤフラム15に対応する部分には引っ張りによる歪みがそれぞれ生じる。そして、これらの歪みは、歪みゲージR31～R34によって検出される。

【0072】

ここで、表1に上述した各力に対する歪みゲージR11～R34の抵抗値の変化を示す

。表中、+は抵抗値の増加、-は抵抗値の減少を示し、符号なしは抵抗値が殆ど変化しないことを示す。また、反対方向の力やモーメントの場合には符号が逆になる。

【0073】

【表1】

歪み ゲージ 力	X軸				Y軸				S軸			
	R11	R12	R13	R14	R21	R22	R23	R24	R31	R32	R33	R34
Fx(My)	-	+	-	+						-	+	+
Fy(Mx)					+	-	+	-		-	-	+
Fz	-	+	+	-	-	+	+	-		+	+	-

【0074】

図5に、各歪みゲージR11～R34で構成される3つのブリッジ回路を示す。具体的には、X軸上の歪みゲージR11～R14で構成されたブリッジ回路17を図5(A)に、Y軸上の歪みゲージR21～R24で構成されたブリッジ回路18を図5(B)に、S軸上の歪みゲージR31～R34で構成されたブリッジ回路19を図5(C)にそれぞれ

示す。

【0075】

図5 (A) に示すように、ブリッジ回路17では、駆動用電圧V+からGNDまでをR11およびR14で直列させると共に、R12およびR13で直列させる。そして、R11とR14との節点aの電圧をV<sub>a</sub>、R12とR13との節点bの電圧をV<sub>b</sub>とする。

【0076】

また、図5 (B) に示すように、ブリッジ回路18では、駆動用電圧V+からGNDまでをR21およびR24で直列させると共に、R22およびR23で直列させる。そして、R21とR24との節点cの電圧をV<sub>c</sub>、R22とR23との節点dの電圧をV<sub>d</sub>とする。

【0077】

また、図5 (C) に示すように、ブリッジ回路19では、駆動用電圧V+からGNDまでをR31およびR33で直列させると共に、R32およびR34で直列させる。そして、R31とR33との節点eの電圧をV<sub>e</sub>、R32とR34との節点fの電圧をV<sub>f</sub>とする。

【0078】

図6に各節点電圧V<sub>a</sub>～V<sub>f</sub>と受力部11に加えられる力またはモーメントとの関係を示す。力F<sub>x</sub>およびモーメントM<sub>y</sub>は節点電圧V<sub>a</sub>、V<sub>b</sub>の差V<sub>x</sub> (=V<sub>a</sub> - V<sub>b</sub>) として測定できる。また、力F<sub>y</sub>およびモーメントM<sub>x</sub>は節点電圧V<sub>c</sub>、V<sub>d</sub>の差V<sub>y</sub> (=V<sub>c</sub> - V<sub>d</sub>) として測定できる。さらに、力F<sub>z</sub>は節点電圧V<sub>e</sub>、V<sub>f</sub>の差V<sub>z</sub> (=V<sub>e</sub> - V<sub>f</sub>) として測定できる。なお、これらの演算はOAアンプを用いて電氣的に直接演算してもよく、または各節点電圧をAD変換してコンピュータにより演算処理するようにしてもよい。

【0079】

以上のように、本実施の形態の歪みゲージ型センサ1では、原点Oを通る直線とダイヤフラム15およびダイヤフラム16との交点での歪みの大きさが等しくなるように、ダイヤフラム15およびダイヤフラム16の肉厚の差が決められている。そして、各歪みゲージR11～R34は、X軸、Y軸またはS軸上のダイヤフラム15またはダイヤフラム16に対応する位置に配置されている。従って、受力部11に対して外部から力やモーメントが加えられた際の、X軸、Y軸またはS軸上の歪みゲージが配置されている位置での歪みの大きさの変化量はいずれもほぼ等しくなり、それらの歪みゲージの抵抗値の変化量もほぼ等しくなる。その結果、歪みゲージ型センサ1の受力部11に対して外部から加えられた力やモーメントなどを高感度で測定することができる。

【0080】

また、歪みゲージR11～R34は、原点Oを通り互いに直交するX軸およびY軸と原点Oを通りX軸正方向からY軸正方向に45度をなすS軸上に配置されている。従って、歪みゲージ型センサ1では、X軸方向およびY軸方向への力およびモーメント、さらには原点Oを通りX軸およびY軸に直交するZ軸方向への力を検出することができる。

【0081】

次いで、図7を参照しつつ、本発明の第2の実施の形態に係る歪みゲージ型センサ2の構成について説明する。

【0082】

図7は、本発明の第2の実施の形態に係る歪みゲージ型センサの横断面図であり、図1に示した第1の実施の形態と対応したものである。本実施の形態に係る歪みゲージ型センサ2の構成が、図1に示した第1の実施の形態に係る歪みゲージ型センサ1の構成と主に異なる点は、第1の実施の形態では、連結部13が肉厚部14とダイヤフラム15とダイヤフラム16とから構成されているが、本実施の形態の連結部23は1つのダイヤフラムから構成されている点である。なお、その他の構成や力およびモーメントの検出原理や回路構成については、第1の実施の形態に係る歪みゲージ型センサ1とほぼ同様であるので、詳細な説明は省略する。



## 【0083】

連結部23は、図7に示すように、肉薄に形成されており、ダイヤフラムとして機能する。また、連結部23は、略円環形状であって、その下面は一定の勾配で外側ほどその肉厚が薄くなるように傾斜している。従って、連結部23の外縁部近傍の方が内縁部近傍と比べて肉薄となっている。

## 【0084】

なお、連結部23の内縁部の肉厚と外縁部の肉厚との差 $D_0'$ （連結部23の下面の勾配の大きさに依存）は、受力部11に外部から力やモーメントが加えられる前と加えられた後とでの、原点Oを通る直線上における連結部23の内縁部近傍と外縁部近傍とに対応する位置に生じる歪みの変化量がほぼ等しくなるように決められる。

## 【0085】

また、本実施の形態の歪みゲージR11～R34の配置については、第1の実施の形態とほぼ同様であり、第1の実施の形態の連結部13に対応する連結部23に配置されている。つまり、歪みゲージR11～R14は、X軸上において連結部23の外縁部または内縁部にそれぞれ配置され、歪みゲージR21～R24は、Y軸上において連結部23の外縁部または内縁部にそれぞれ配置され、歪みゲージR31～R34は、S軸上において連結部23の外縁部または内縁部にそれぞれ配置される。

## 【0086】

ここで、上述したように、連結部23の内縁部の肉厚と外縁部の肉厚との差 $D_0'$ は、原点Oを通る直線上における連結部23の内縁部近傍と連結部23の外縁部近傍とに対応する位置に生じる歪みの変化量がほぼ等しくなるように決められる。従って、X軸上の歪みゲージR11～R14が配置されている位置での歪みの変化量はそれぞれほぼ等しくなる。その結果、歪みゲージR11～R14の抵抗値の変化量はそれぞれほぼ等しくなる。

## 【0087】

同様に、Y軸上の歪みゲージR21～R24が配置されている位置での歪みの変化量もそれぞれほぼ等しくなる。その結果、歪みゲージR21～R24の抵抗値の変化量はそれぞれほぼ等しくなる。また、S軸上の歪みゲージR31～R34が配置されている位置での歪みの変化量もそれぞれほぼ等しくなる。その結果、歪みゲージR31～R34の抵抗値の変化量はそれぞれほぼ等しくなる。

## 【0088】

以上のように、本実施の形態の歪みゲージ型センサ2によると、第1の実施の形態の歪みゲージ型センサ1と同様の効果を得ることができる。

## 【0089】

次いで、図8を参照しつつ、本発明の第3の実施の形態に係る歪みゲージ型センサ3の構成について説明する。

## 【0090】

図8は、本発明の第3の実施の形態に係る歪みゲージ型センサの横断面図であり、図1に示した第1の実施の形態と対応したものである。本実施の形態に係る歪みゲージ型センサ3の構成が、図1に示した第1の実施の形態に係る歪みゲージ型センサ1の構成と主に異なる点は、第1の実施の形態では、連結部13が肉厚部14とダイヤフラム15とダイヤフラム16とから構成されているが、本実施の形態の連結部33は1つのダイヤフラムから構成されている点である。なお、その他の構成や力およびモーメントの検出原理や回路構成については、第1の実施の形態に係る歪みゲージ型センサ1とほぼ同様であるので、詳細な説明は省略する。

## 【0091】

連結部33は、図8に示すように、肉薄に形成されており、ダイヤフラムとして機能する。また、連結部33は、略円環形状であり、連結部33の外縁部近傍には肉厚一定の板状部分33aが形成されており、内縁部近傍には一定の曲率を持っており内縁部に行くほど肉厚となる湾曲部分33bが形成されている。

## 【0092】



なお、湾曲部 33b の曲率は、受力部 11 に外部から力やモーメントが加えられる前と加えられた後とでの、原点 O を通る直線上における連結部 33 の内縁部近傍と連結部 33 の外縁部近傍とに対応する位置に生じる歪みの変化量がほぼ等しくなるように決められる。

#### 【0093】

また、本実施の形態の歪みゲージ R11～R34 の配置については、第 1 の実施の形態とはほぼ同様であり、第 1 の実施の形態の連結部 13 に対応する連結部 33 に配置されている。つまり、歪みゲージ R11～R14 は、X 軸上において連結部 33 の外縁部または内縁部にそれぞれ配置され、歪みゲージ R21～R24 は、Y 軸上において連結部 33 の外縁部または内縁部にそれぞれ配置され、歪みゲージ R31～R34 は、S 軸上において連結部 33 の外縁部または内縁部にそれぞれ配置される。

#### 【0094】

ここで、上述したように、湾曲部 33b の曲率は、原点 O を通る直線上における連結部 33 の内縁部近傍と連結部 33 の外縁部近傍とに対応する位置に生じる歪みの変化量がほぼ等しくなるように決められる。従って、X 軸上の歪みゲージ R11～R14 が配置されている位置での歪みの変化量はそれぞれほぼ等しくなる。その結果、歪みゲージ R11～R14 の抵抗値の変化量はそれぞれほぼ等しくなる。

#### 【0095】

同様に、Y 軸上の歪みゲージ R21～R24 が配置されている位置での歪みの変化量もそれぞれほぼ等しくなる。その結果、歪みゲージ R21～R24 の抵抗値の変化量はそれぞれほぼ等しくなる。また、S 軸上の歪みゲージ R31～R34 が配置されている位置での歪みの変化量もそれぞれほぼ等しくなる。その結果、歪みゲージ R31～R34 の抵抗値の変化量はそれぞれほぼ等しくなる。

#### 【0096】

以上のように、本実施の形態の歪みゲージ型センサ 3 によると、第 1 の実施の形態の歪みゲージ型センサ 1 および第 2 の実施の形態の歪みゲージ型センサ 2 と同様の効果を得ることができる。

#### 【0097】

次いで、図 9 を参照しつつ、本発明の第 4 の実施の形態に係る歪みゲージ型センサ 4 の構成について説明する。

#### 【0098】

図 9 は、本発明の第 4 の実施の形態に係る歪みゲージ型センサの横断面図であり、図 1 に示した第 1 の実施の形態と対応したものである。本実施の形態に係る歪みゲージ型センサ 4 の構成が、図 1 に示した第 1 の実施の形態に係る歪みゲージ型センサ 1 の構成と主に異なる点は、第 1 の実施の形態では、ダイヤフラム 16 がダイヤフラム 15 よりも肉薄であり且つ、歪みゲージ R11～R34 の X 軸、Y 軸または S 軸に沿う長さはいずれも等しくなるように構成されているが、本実施の形態のダイヤフラム 45 とダイヤフラム 46 との肉厚は等しく且つ、ダイヤフラム 46 に対応する位置に配置される歪みゲージ R11、R14、R21、R24、R31、R34 の X 軸、Y 軸または S 軸に沿う長さは、ダイヤフラム 45 に対応する位置に配置される歪みゲージ R12、R13、R22、R23、R32、R33 の X 軸、Y 軸または S 軸に沿う長さよりも長くなるように構成されている点である。なお、その他の構成や力およびモーメントの検出原理や回路構成については、第 1 の実施の形態に係る歪みゲージ型センサ 1 とほぼ同様であるので、詳細な説明は省略する。

#### 【0099】

ダイヤフラム 45 およびダイヤフラム 46 は、図 9 に示すように、略円環形状の連結部 43 の内縁部近傍と外縁部近傍とにおいて、それらの幅と肉厚とがそれぞれ等しくなるように形成されている。従って、受力部 41 に外部から力やモーメントが加えられる前と加えられた後とでの、原点 O を通る直線とダイヤフラム 45 およびダイヤフラム 46 との交点に生じる歪みの変化量は、ダイヤフラム 46 に生じる歪みの変化量がダイヤフラム 45

に生じる歪みの変化量に比べて少なくなる。

【0100】

また、本実施の形態の歪みゲージ R11～R34 の配置については、第1の実施の形態とほぼ同様であり、第1の実施の形態の連結部13に対応する連結部43に配置されている。そして、歪みゲージ R11～R14 は、X軸上のダイヤフラム45またはダイヤフラム46に対応する位置にそれぞれ配置され、歪みゲージ R21～R24 は、Y軸上のダイヤフラム45またはダイヤフラム46に対応する位置にそれぞれ配置され、歪みゲージ R31～R34 は、S軸上のダイヤフラム45またはダイヤフラム46に対応する位置にそれぞれ配置される。

【0101】

ここで、ダイヤフラム45に対応する位置に配置される歪みゲージ R12、R13、R22、R23、R32、R33 のX軸、Y軸またはS軸に沿う長さ L1 と、ダイヤフラム46に対応する位置に配置される歪みゲージ R11、R14、R21、R24、R31、R34 のX軸、Y軸またはS軸に沿う長さ L2 と、これらの差 L0 とは、以下の(式3)、(式4)で表されるような関係がある。

【0102】

$$L1 < L2 \quad (式3)$$

$$L2 - L1 = L0 \quad (式4)$$

【0103】

そして、L1 と L2 との差 L0 は、受力部41に外部から力やモーメントが加えられる前と加えられた後とでの、歪みゲージ R11～R34 のうち原点Oを通る直線上に一系列に配置されたものの抵抗値の変化量がいずれもほぼ等しくなるように決められる。

【0104】

従って、X軸上に配置されている歪みゲージ R11～R14 の抵抗値の変化量、Y軸上に配置されている歪みゲージ R21～R24 の抵抗値の変化量、およびS軸上に配置されている歪みゲージ R31～R34 の抵抗値の変化量はそれぞれ等しくなる。

【0105】

以上のように、本実施の形態の歪みゲージ型センサ4によると、第1の実施の形態の歪みゲージ型センサ1、第2の実施の形態の歪みゲージ型センサ2および第3の実施の形態の歪みゲージ型センサ3と同様の効果を得ることができる。

【0106】

次いで、図10を参照しつつ、本発明の第5の実施の形態に係る歪みゲージ型センサ5の構成について説明する。

【0107】

図10は、本発明の第5の実施の形態に係る歪みゲージ型センサの横断面図であり、図1に示した第1の実施の形態と対応したものである。本実施の形態に係る歪みゲージ型センサ5の構成が、図1に示した第1の実施の形態に係る歪みゲージ型センサ1の構成と主に異なる点は、第1の実施の形態では、ダイヤフラム16がダイヤフラム15よりも肉薄であり且つ、それらの幅は等しくなるように構成されているが、本実施の形態のダイヤフラム55とダイヤフラム56との肉厚は等しく且つ、ダイヤフラム56の幅がダイヤフラム55の幅よりも広くなるように構成されている点である。なお、その他の構成や力およびモーメントの検出原理や回路構成については、第1の実施の形態に係る歪みゲージ型センサ1とほぼ同様であるので、詳細な説明は省略する。

【0108】

ダイヤフラム55およびダイヤフラム56は、図10に示すように、略円環形状の連結部53の内縁部近傍と外縁部近傍とにおいて、それらの幅が等しくなるように形成されている。また、ダイヤフラム55の幅 W1 と、ダイヤフラム56の幅 W2 と、それらの差 W0 とは、以下の(式5)、(式6)で表されるような関係がある。

【0109】

$$W1 < W2 \quad (式5)$$

$$W2 - W1 = W0$$

(式 6)

## 【0110】

そして、ダイヤフラム 55 とダイヤフラム 56 との幅の差  $W0$  は、受力部 51 に外部から力やモーメントが加えられる前と加えられた後とでの、原点  $O$  を通る直線とダイヤフラム 55 およびダイヤフラム 56 との交点に生じる歪みの変化量がいずれもほぼ等しくなるように決められる。

## 【0111】

また、本実施の形態の歪みゲージ  $R11 \sim R34$  の配置については、第 1 の実施の形態とはほぼ同様であり、第 1 の実施の形態の連結部 13 に対応する連結部 53 に配置されている。そして、歪みゲージ  $R11 \sim R14$  は、 $X$  軸上の外縁部または内縁部にそれぞれ配置され、歪みゲージ  $R21 \sim R24$  は、 $Y$  軸上の外縁部または内縁部にそれぞれ配置され、歪みゲージ  $R31 \sim R34$  は、 $S$  軸上の外縁部または内縁部にそれぞれ配置される。

## 【0112】

ここで、上述したように、ダイヤフラム 55 とダイヤフラム 56 との幅の差  $W0$  は、原点  $O$  を通る直線とダイヤフラム 55 およびダイヤフラム 56 との交点に生じる歪みの変化量がいずれもほぼ等しくなるように決められる。従って、 $X$  軸上の歪みゲージ  $R11 \sim R14$  が配置されている位置での歪みの変化量はそれぞれほぼ等しくなる。その結果、歪みゲージ  $R11 \sim R14$  の抵抗値の変化量はそれぞれほぼ等しくなる。

## 【0113】

同様に、 $Y$  軸上の歪みゲージ  $R21 \sim R24$  が配置されている位置での歪みの変化量もそれぞれほぼ等しくなる。その結果、歪みゲージ  $R21 \sim R24$  の抵抗値の変化量はそれぞれほぼ等しくなる。また、 $S$  軸上の歪みゲージ  $R31 \sim R34$  が配置されている位置での歪みの変化量もそれぞれほぼ等しくなる。その結果、歪みゲージ  $R31 \sim R34$  の抵抗値の変化量はそれぞれほぼ等しくなる。

## 【0114】

以上のように、本実施の形態の歪みゲージ型センサ 5 によると、第 1 の実施の形態の歪みゲージ型センサ 1、第 2 の実施の形態の歪みゲージ型センサ 2、第 3 の実施の形態の歪みゲージ型センサ 3 および第 4 の実施の形態の歪みゲージ型センサ 4 と同様の効果を得ることができる。

## 【0115】

次いで、図 11 ～ 図 13 を参照しつつ、本発明の第 6 の実施の形態に係る歪みゲージ型センサユニット 100 の構成について説明する。

## 【0116】

図 11 は、本発明の第 6 の実施の形態に係る歪みゲージ型センサユニット 100 の第 1 部材 101 の表面 101a に設けられた歪みゲージ  $R111 \sim R148$  の配置を示す図である。また、図 12 は、歪みゲージ型センサユニット 100 の横断面図である。本実施の形態に係る歪みゲージ型センサユニット 100 が、第 1 の実施の形態に係る歪みゲージ型センサ 1 と異なる点は、第 1 の実施の形態の歪みゲージ型センサ 1 は 3 軸力覚センサであるが、本実施の形態の歪みゲージ型センサユニット 100 は 6 軸力覚センサである点である。

## 【0117】

歪みゲージ型センサユニット 100 は、図 11 および図 12 に示すように、第 1 部材 101 と第 1 部材 101 と対向して配置されている第 2 部材 102 とを有しており、第 1 部材 101 または第 2 部材 102 に外部から加わった多軸の力、モーメント、加速度、角加速度の少なくとも 1 つを測定するものである。第 1 部材 101 および第 2 部材 102 は略円盤形状のフランジから成る。また、第 1 部材 101 には、4 つの歪みゲージ型センサ 104 ～ 107 が形成されており、第 2 部材 102 には、歪みゲージ型センサ 104 ～ 107 にそれぞれ対向するように 4 つの起歪体 10 が形成されている。そして、互いに向き合う歪みゲージ型センサ 104 ～ 107 と起歪体 10 との受力部 11 同士がボルト 109 により連結されている。これにより、第 1 部材 101 と第 2 部材 102 とが一体化されてい

る。

#### 【0118】

第1部材101に形成されている歪みゲージ型センサ104の構成が、第1の実施の形態の歪みゲージ型センサ1の構成と異なる点は、第1の実施の形態の歪みゲージ型センサ1では、X、Y、Sの3軸上にそれぞれ4個、即ち12個の歪みゲージR11~R34が配置されているが、本実施の形態の歪みゲージ型センサ104では、X、Yの2軸上にそれぞれ4個、即ち8個の歪みゲージR111~R118が配置されている点である。その他の構成については、第1の実施の形態の歪みゲージ型センサ1と同様であるので、詳細な説明は省略する。同様に、歪みゲージ型センサ105、106、107についても、それぞれ8個の歪みゲージR121~R128、R131~R138、R141~R148が配置されている。したがって、第1部材101上には、4組の歪みゲージR111~R118、R121~R128、R131~R138、R141~R148が配置されている。

#### 【0119】

ここでは説明の便宜上X' Y' Z' 三次元座標系を定義し、この座標系を参照しながら各部品に配置説明を行うことにする。図12においては、第1部材101の表面101aの中心位置が原点O'、右水平方向がX'軸、紙面に垂直手前方向がY'軸、下垂直方向がZ'軸とそれぞれ定義される。つまり、第1部材101の表面101aはX' Y'平面を規定し、第1部材101の中心位置にZ'軸が通ることになる。

#### 【0120】

また、図11においては、歪みゲージ型センサ104~107のそれぞれについて、その上面で規定されるX軸、Y軸を示している。

#### 【0121】

歪みゲージ型センサ104~107は、原点O'を中心に等角度おきかつ原点O'から等距離に配置されている。ここでは、90度おきに配置されている。さらに、歪みゲージ型センサ104はX'軸正方向に、歪みゲージ型センサ105はY'軸負方向に、歪みゲージ型センサ106はX'軸負方向に、歪みゲージ型センサ107はY'軸正方向にそれぞれ配置されている。また、歪みゲージ型センサ104、106は、それらのX軸がX'軸と一致するように配置されており、歪みゲージ型センサ105、107は、それらのY軸がY'軸と一致するように配置されている。

#### 【0122】

よって、この歪みゲージ型センサユニット100は、3次元空間の直交する3軸の力とその軸回りのモーメントを測定するための6軸力覚センサとして機能する。図13に、X'軸、Y'軸、Z'軸の方向と、各軸に対するモーメントM<sub>x'</sub>、M<sub>y'</sub>、M<sub>z'</sub>の方向を示す。

#### 【0123】

また、各歪みゲージ型センサ104~107の大きさや形状は等しい。これにより、第1部材101と第2部材102と受力部11とが全体として平行四辺形の四辺を構成するように変位するときに、力の方向や大きさに応じた歪みが歪みゲージR111~148が配置されている位置に発生するようになるので、力やモーメントを高精度に検出することができる。なお、歪みゲージの取り付け作業を簡易にしたり歪みゲージの保護を図るために、取り付け位置に段差を設けてもよい。

#### 【0124】

図14に、各歪みゲージR111~R148で構成される8つのブリッジ回路を示す。図14に示すように、各ブリッジ回路はいずれも、各歪みゲージ型センサ104~107のX軸、Y軸上に直線的に配置された4つの歪みゲージから構成されている。これにより、各歪みゲージ型センサ104~107での歪みの発生状況が8つの電圧として直接出力されるようになる。

#### 【0125】

この場合、以下の(式7)~(式12)により演算を行って力とモーメントとを算出す

ることができる。

【0126】

$$F_{x'} = V_4 - V_2 \quad (\text{式7})$$

$$F_{y'} = V_3 - V_1 \quad (\text{式8})$$

$$F_{z'} = V_5 + V_6 + V_7 + V_8 \quad (\text{式9})$$

$$M_{x'} = V_8 - V_5 \quad (\text{式10})$$

$$M_{y'} = V_7 - V_3 \quad (\text{式11})$$

$$M_{z'} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 \quad (\text{式12})$$

【0127】

なお、上述の演算は各抵抗値を既知または新規の手段を用いて電圧に変換し、OPアンプで演算しても良く、あるいはAD変換機を用いてマイクロコントローラやコンピュータを用いて演算してもよい。

【0128】

以上のように、本実施の形態の歪みゲージ型センサユニット100によると、4つの歪みゲージ型センサ104～107を備えている。従って、3軸の力およびモーメント、あるいは加速度および角加速度を高感度で測定することができる。

【0129】

また、歪みゲージ型センサ104～107は、原点O'を中心に等角度おきかつ原点O'から等距離に配置されている。従って、歪みゲージ型センサ104～107の各歪みゲージの抵抗値の変化から比較的簡易な計算によりX'軸、Y'軸、Z'軸の力やモーメントなどを算出することができる。

【0130】

また、歪みゲージ型センサ104はX'軸正方向に、歪みゲージ型センサ105はY'軸負方向に、歪みゲージ型センサ106はX'軸負方向に、歪みゲージ型センサ107はY'軸正方向にそれぞれ配置されている。従って、X'軸およびY'軸での力やモーメントなどを容易に算出することができる。

【0131】

また、歪みゲージ型センサ104、106は、それらのX軸がX'軸と一致するように配置されており、歪みゲージ型センサ105、107は、それらのY軸がY'軸と一致するように配置されている。従って、歪みゲージ型センサユニット100に対して外部から力やモーメントが加えられた際に、各歪みゲージ型センサ104～107の中で最も大きな歪みが生じる位置に歪みゲージが配置されているので、歪みを高感度で検知することができる。従って、歪みゲージ型センサユニット100に対して外部から加えられた力やモーメントを高感度で測定することができる。

【0132】

また、本実施の形態の歪みゲージ型センサユニット100は、歪みゲージR111～R148を備える歪みゲージ型センサ104～107を有する第1部材101と、歪みゲージ型センサ104～107にそれぞれ対向する歪みゲージを備えていない4つの起歪体10を有する第2部材102とを有しており、互いに向き合う歪みゲージ型センサ104～107と起歪体10との受力部11同士が連結されている。従って、片方の部材のみに歪みゲージ型センサを設けるだけで多軸の力およびモーメントを測定することができる。

【0133】

次いで、図15を参照しつつ、本発明の第7の実施の形態に係る歪みゲージ型センサユニット200の構成について説明する。

【0134】

図15は、本発明の第7の実施の形態に係る歪みゲージ型センサユニット200の第1部材201の表面201aに設けられた歪みゲージR211～R238の配置を示す図である。本実施の形態に係る歪みゲージ型センサユニット200が、第1の実施の形態に係る歪みゲージ型センサ1と異なる点は、第1の実施の形態の歪みゲージ型センサ1は3軸力覚センサであるが、本実施の形態の歪みゲージ型センサユニット200は6軸力覚セン

サである点である。

#### 【0135】

歪みゲージ型センサユニット200は、図15に示すように、第1部材201と第1部材201に対向して配置されている図示しない第2部材とを有しており、第1部材101または第2部材に外部から加わった多軸の力、モーメント、加速度、角加速度の少なくとも1つを測定するものである。第1部材201および第2部材は略円盤形状のフランジから成る。また、第1部材201には、3つの歪みゲージ型センサ204~206が形成されており、第2部材には、歪みゲージ型センサ204~206にそれぞれ対向するように3つの起歪体が形成されている。そして、互いに向き合う歪みゲージ型センサ204~206と起歪体との受力部同士が図示しないボルトにより連結されている。これにより、第1部材101と第2部材とが一体化されている。

#### 【0136】

第1部材201に形成されている歪みゲージ型センサ204の構成が、第1の実施の形態の歪みゲージ型センサ1の構成と異なる点は、第1の実施の形態の歪みゲージ型センサ1では、X、Y、Sの3軸上にそれぞれ4個、即ち12個の歪みゲージR11~R34が配置されているが、本実施の形態の歪みゲージ型センサ204では、X、Yの2軸上にそれぞれ4個、即ち8個の歪みゲージR211~R218が配置されている点である。その他の構成については、第1の実施の形態の歪みゲージ型センサ1と同様であるので、詳細な説明は省略する。同様に、歪みゲージ型センサ205、206についても、それぞれ8個の歪みゲージR221~R228、R231~R238が配置されている。つまり、第1部材201上には、3組の歪みゲージR211~R218、R221~R228、R231~R238が配置されている。

#### 【0137】

ここで、上述の第6の実施の形態と同様に、X' Y' Z' 三次元座標系を定義し、この座標系を参照しながら各部品に配置説明を行うことにする。なお、図15においては、歪みゲージ型センサ204~206のそれぞれについて、その上面で規定されるX軸、Y軸を示している。

#### 【0138】

歪みゲージ型センサ204~206は、原点O'を中心に等角度おきかつ原点O'から等距離に配置されている。ここでは、120度おきに配置されている。さらに、歪みゲージ型センサ204は、歪みゲージ型センサ204のX軸が、原点O'を通りY'軸負方向からX'軸正方向に120度をなす線分CO'と一致するように配置されている。また、歪みゲージ型センサ205は、歪みゲージ型センサ205はY'軸負方向において、そのY軸がY'軸と一致するように配置されている。さらに、歪みゲージ型センサ206は、歪みゲージ型センサ206のX軸が、原点O'を通りY'軸負方向からX'軸負方向に120度をなす線分DO'と一致するように配置されている。

#### 【0139】

本実施の形態により各軸成分ごとに力とモーメントを検出する原理を説明する。以下、第1部材201を固定し、第2部材に力やモーメントが作用するものとする。直線状に配置された4つの歪みゲージから成る歪みゲージ群は、配置された列方向に引っ張りや圧縮の歪みを加えた場合、最も歪みに対する抵抗値の変化の率が大きくなり感度が高くなる。図15に示すように6つの歪みゲージ群があるが、それぞれ最も感度が高くなる方向が異なる。しかし、各歪みゲージ群の感度をX'、Y' Z'の3軸方向のベクトルに分解して考えれば6軸成分の力やモーメントを検出することができる。よって、この歪みゲージ型センサユニット200は、3次元空間の直交する3軸の力とその軸回りのモーメントを測定するための6軸力覚センサとして機能する。

#### 【0140】

また、本実施の形態の歪みゲージR211~R238で構成されるブリッジ回路については第6の実施の形態のブリッジ回路とほぼ同様である。第6の実施の形態では、各歪みゲージ型センサ104~107のX軸、Y軸上に直線的に配置された各歪みゲージ群によ

って、8つのセンサ回路が構成されているが、本実施の形態では、各歪みゲージ型センサ204～206のX軸、Y軸上に直線的に配置された各歪みゲージ群によって、6つのセンサ回路が構成されている。これにより、各歪みゲージ型センサ204～206での歪みの発生状況が6つの電圧として直接出力されるようになる。

#### 【0141】

そして、各歪みゲージ群がX'軸またはY'軸と成す角度や、原点O'と各歪みゲージ型センサ204～206の原点Oとの距離を考慮し、各センサ回路からの出力電圧値を用いて演算を行うことにより、X'、Y'、Z'軸の各軸の方向の力 $F_{x'}$ 、 $F_{y'}$ 、 $F_{z'}$ と、各軸に対するモーメント $M_{x'}$ 、 $M_{y'}$ 、 $M_{z'}$ とを算出することができる。

#### 【0142】

以上のように、本実施の形態の歪みゲージ型センサユニット200によると、第6の実施の形態の歪みゲージ型センサユニット100と同様の効果を得ることができる。また、歪みゲージ型センサ204～206は、原点O'を中心に120度おきに配置されている。従って、3つの歪みゲージ型センサで多軸の力およびモーメントを測定することができるので、歪みゲージ型センサユニットの構成を簡易化することができる。

#### 【0143】

以上、本発明の好適な実施の形態について説明したが、本発明は上述の実施の形態に限られるものではなく、特許請求の範囲に記載した限りにおいて、様々な設計変更を行うことが可能なものである。例えば、上述の第1～第7の実施の形態では、各歪みゲージ型センサにおいて、直線的に配置された4つの歪みゲージの抵抗値の変化量がほぼ等しくなる場合について説明しているが、これに限らず、4つの歪みゲージの抵抗値がいずれも大きく変化すればよい。

#### 【0144】

また、上述の第1～第7の実施の形態では、ブリッジ回路に対して定電圧とGNDを加える駆動方式としているが、これに限らず正負の両電圧を加えて駆動するようにしてもよい。あるいは、定電圧の代わりに定電流を加えて駆動するようにしてもよい。

#### 【0145】

また、上述の第1～第7の実施の形態での歪みゲージの配置は図示したものに限られないのは勿論である。歪みゲージの配置を変更しても、直線的に配置された歪みゲージ群の各歪みゲージが配置されている位置での歪みの大きさが等しくなり、ブリッジ回路の各節点電圧の差や和などの演算によって、3軸または6軸の力やモーメントなどが求まればよい。

#### 【0146】

また、上述の実施の形態では、3軸または6軸の力やモーメントを検出するセンサとしているが、これに限らず例えばX軸とY軸との2方向の力だけを検出する2軸センサとして使用してもよい。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0147】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る歪みゲージ型センサの横断面図である。

【図2】図1の歪みゲージ型センサの上面図である。

【図3】図1の歪みゲージ型センサの受力部に対してX軸正方向の力が加えられたときの歪みゲージ型センサの状態および歪みゲージの抵抗値の変化を示す横断面図である。

【図4】図1の歪みゲージ型センサの受力部に対してZ軸正方向の力が加えられたときの歪みゲージ型センサの状態を示す横断面図である。

【図5】図1の歪みゲージ型センサのブリッジ回路の一例を示す回路図である。

【図6】図5に示すブリッジ回路の節点電圧の演算処理の例を示す図である。

【図7】本発明の第2の実施の形態に係る歪みゲージ型センサの横断面図である。

【図8】本発明の第3の実施の形態に係る歪みゲージ型センサの横断面図である。

【図9】本発明の第4の実施の形態に係る歪みゲージ型センサの横断面図である。



【図10】本発明の第5の実施の形態に係る歪みゲージ型センサの横断面図である。

【図11】本発明の第6の実施の形態に係る歪みゲージ型センサユニットの第1部材の表面に設けられた歪みゲージの配置を示す図である。

【図12】図11に示す歪みゲージ型センサユニットの横断面図である。

【図13】直交座標軸を示す斜視図である。

【図14】図11に示す歪みゲージ型センサユニットのブリッジ回路の一例を示す回路図である。

【図15】本発明の第7の実施の形態に係る歪みゲージ型センサユニットの第1部材の表面に設けられた歪みゲージの配置を示す図である。

【図16】従来の歪みゲージ型センサの横断面図である。

【図17】図16の歪みゲージ型センサの上面図である。

【図18】図16の歪みゲージ型センサのブリッジ回路の一例を示す回路図である。

【図19】図16の歪みゲージ型センサの受力部に対してX軸正方向の力が加えられたときの歪みゲージ型センサの状態を示す横断面図である。

【符号の説明】

【0148】

1、2、3、4、5、104～107、204～206 歪みゲージ型センサ

10、20、30、40、50 起歪体

11、21、31、41、51 受力部

12、22、32、42、52 固定部

13、23、33、43、53 連結部

17～19 ブリッジ回路

100、200 歪みゲージ型センサユニット

101、201 第1部材

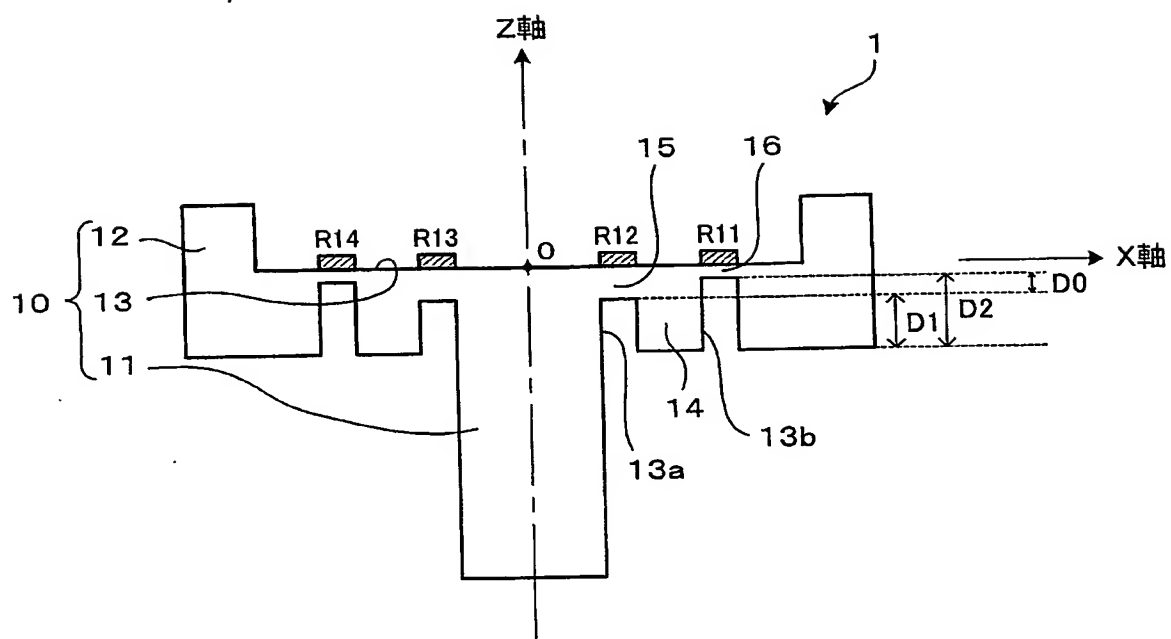
102 第2部材

15、16、45、46、55、56 ダイヤフラム

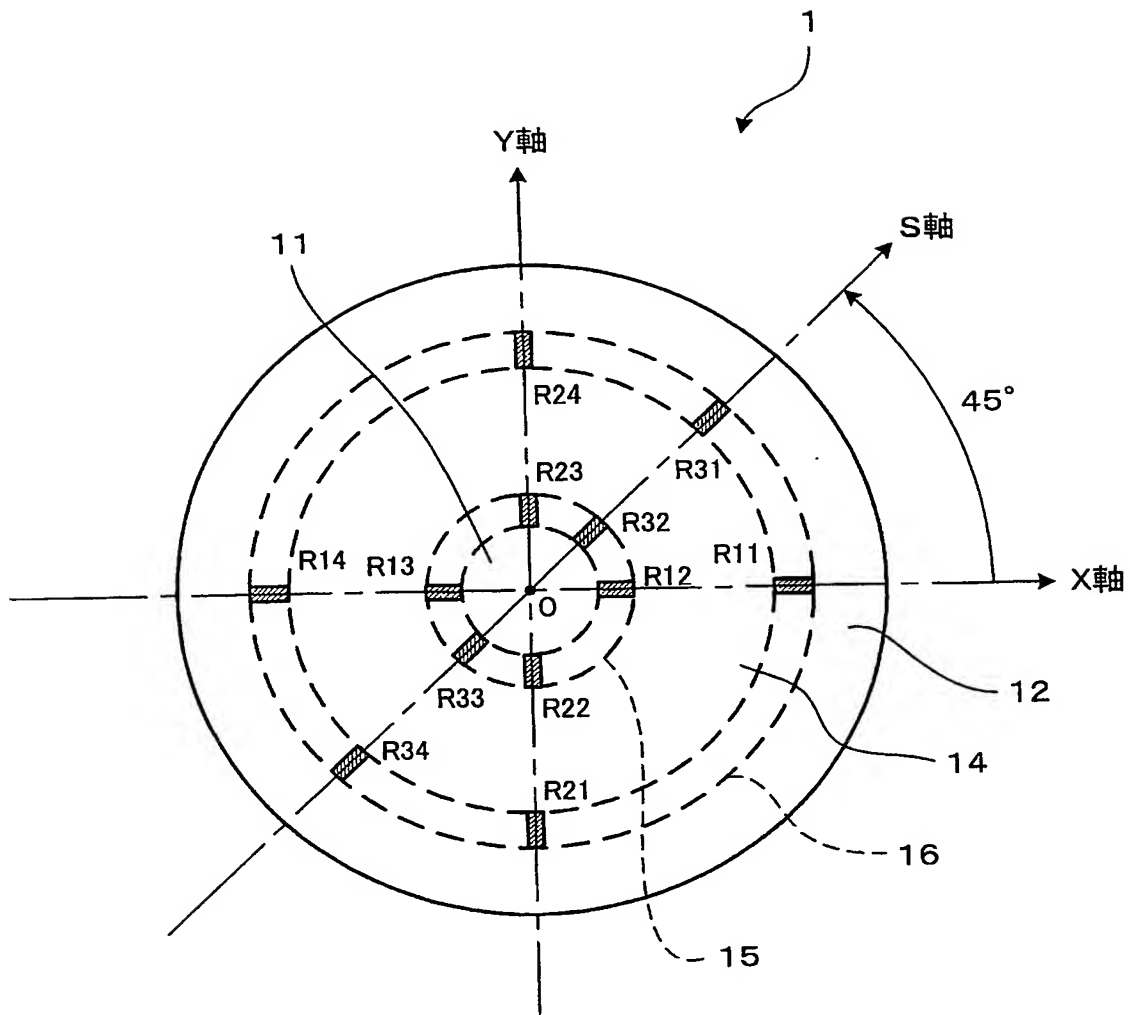
R11～R34、R111～R148、R211～R238 歪みゲージ



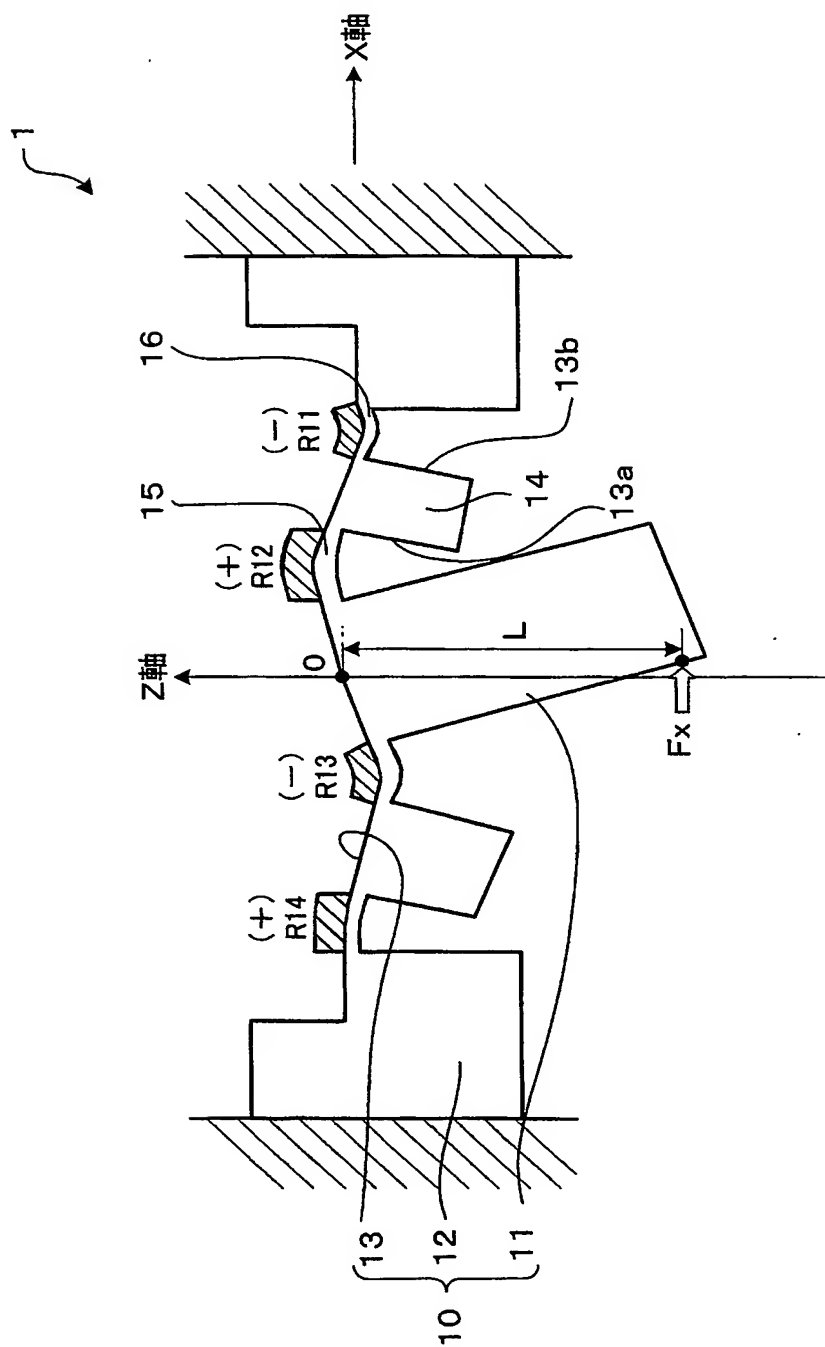
【書類名】 図面  
【図 1】



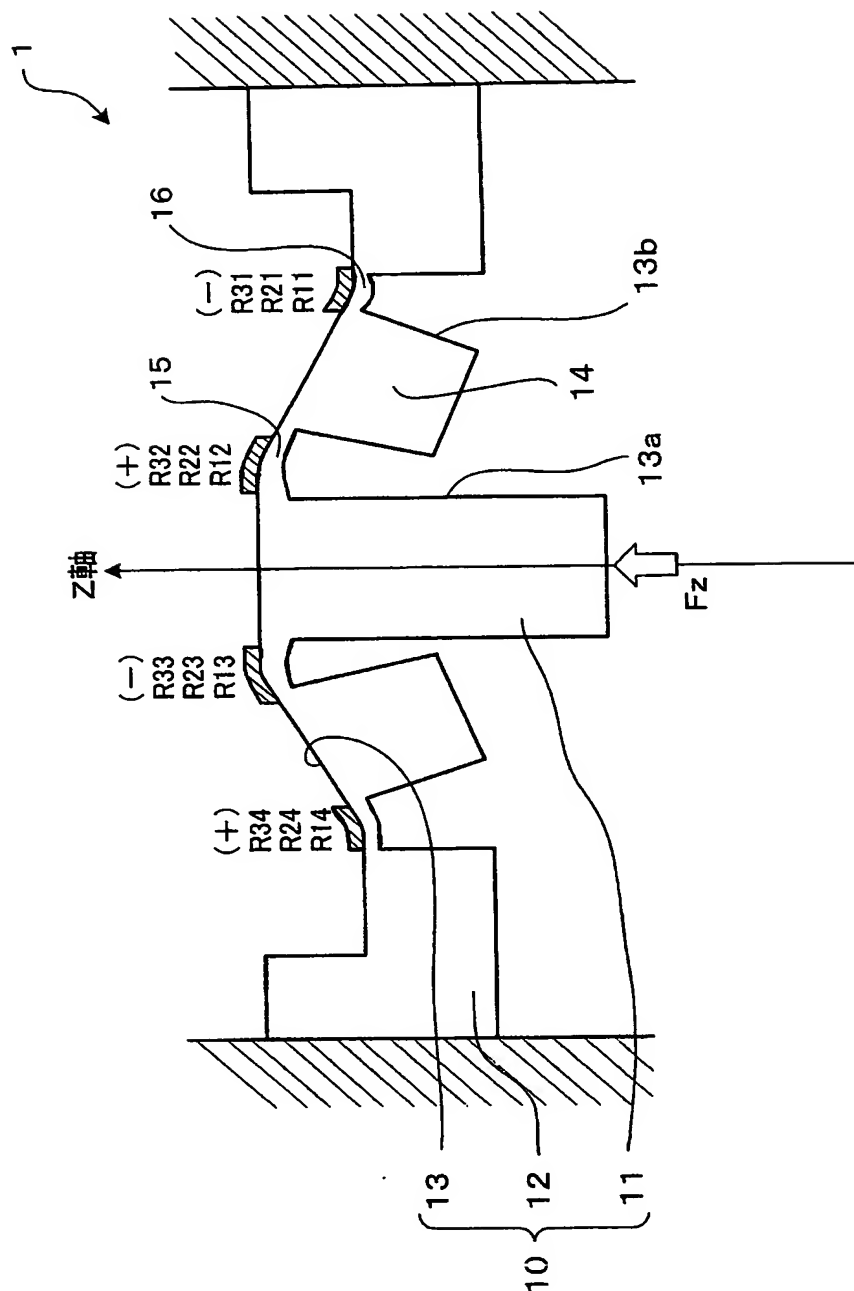
【図2】



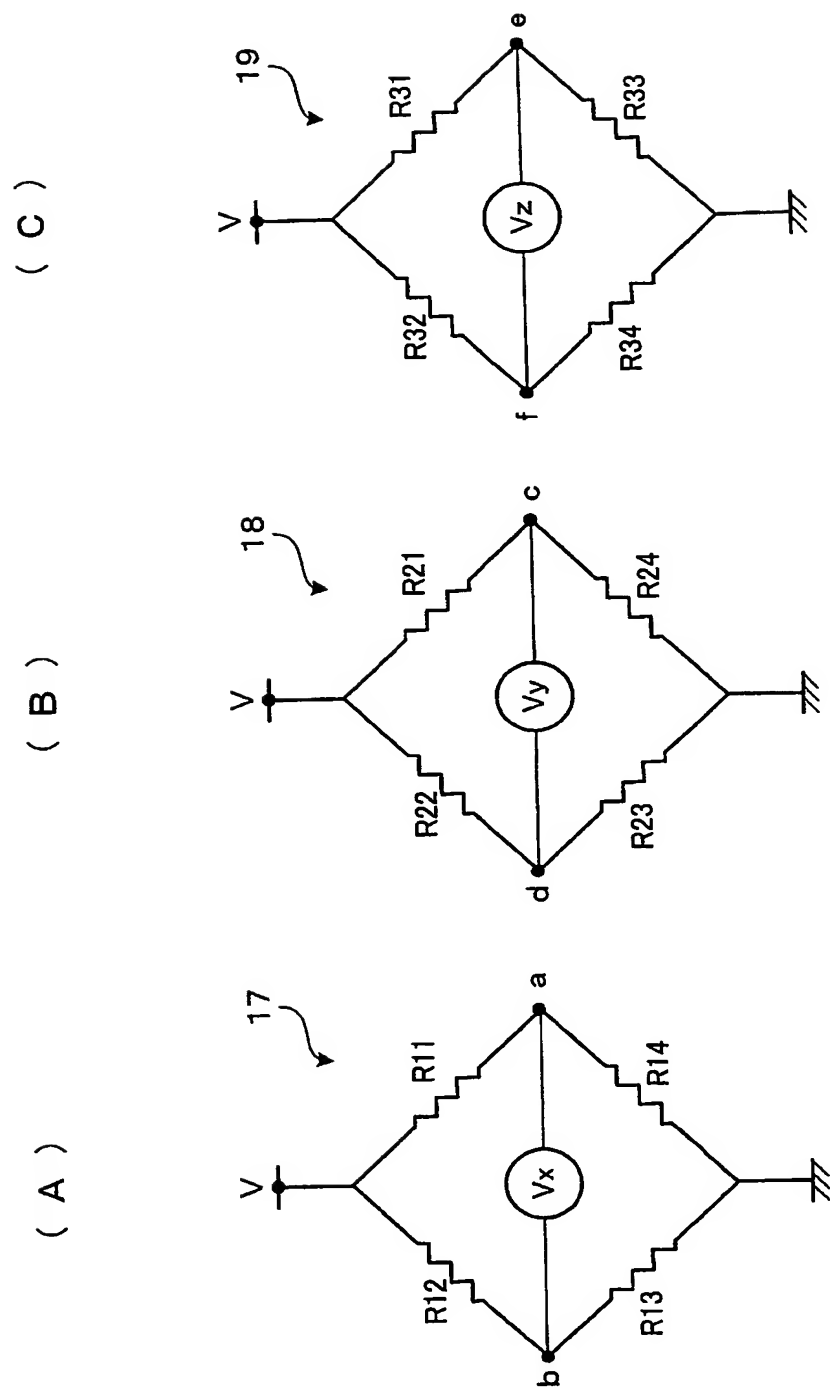
【図 3】



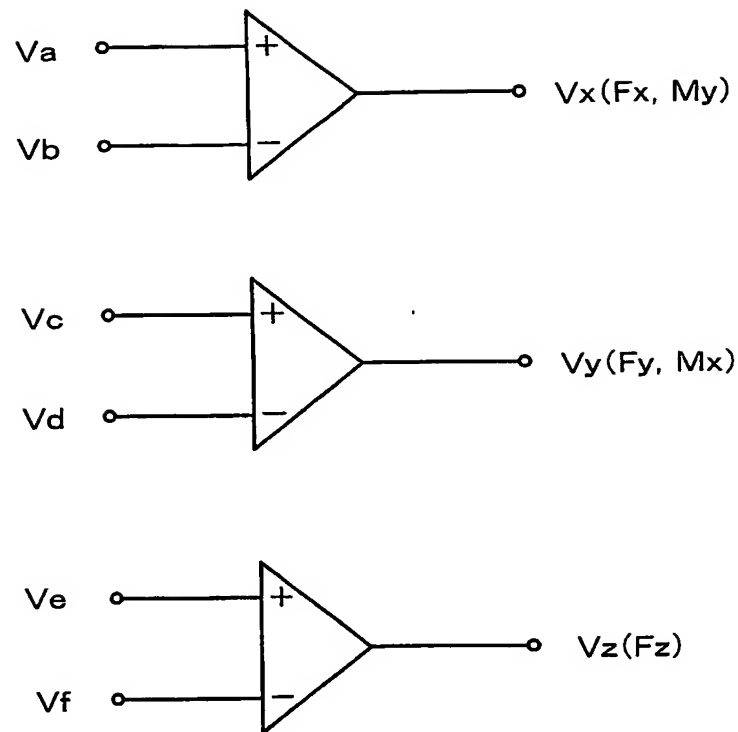
【図 4】



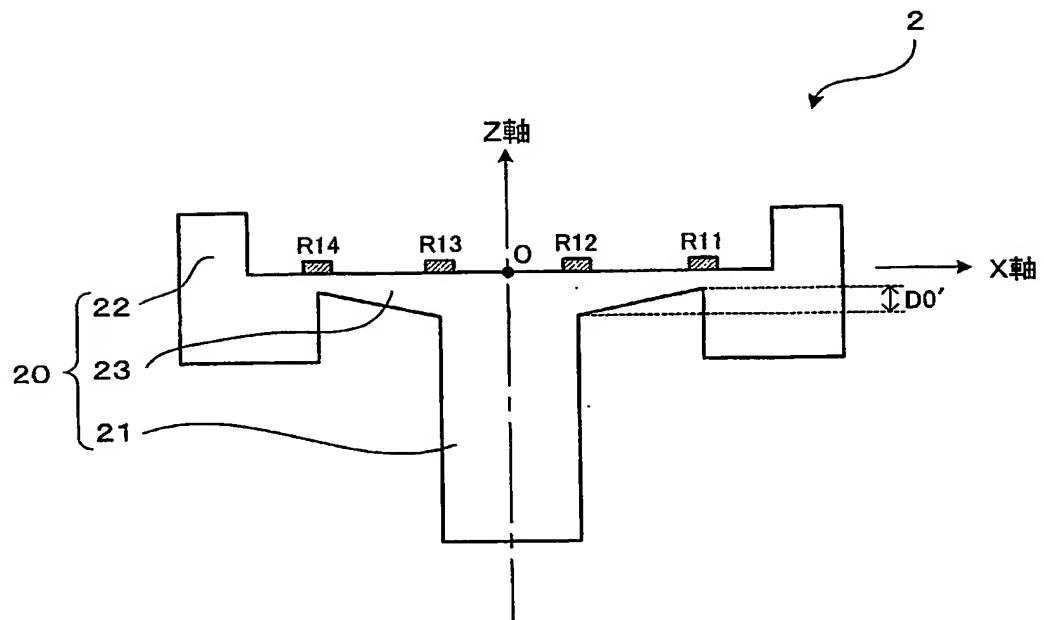
【図 5】



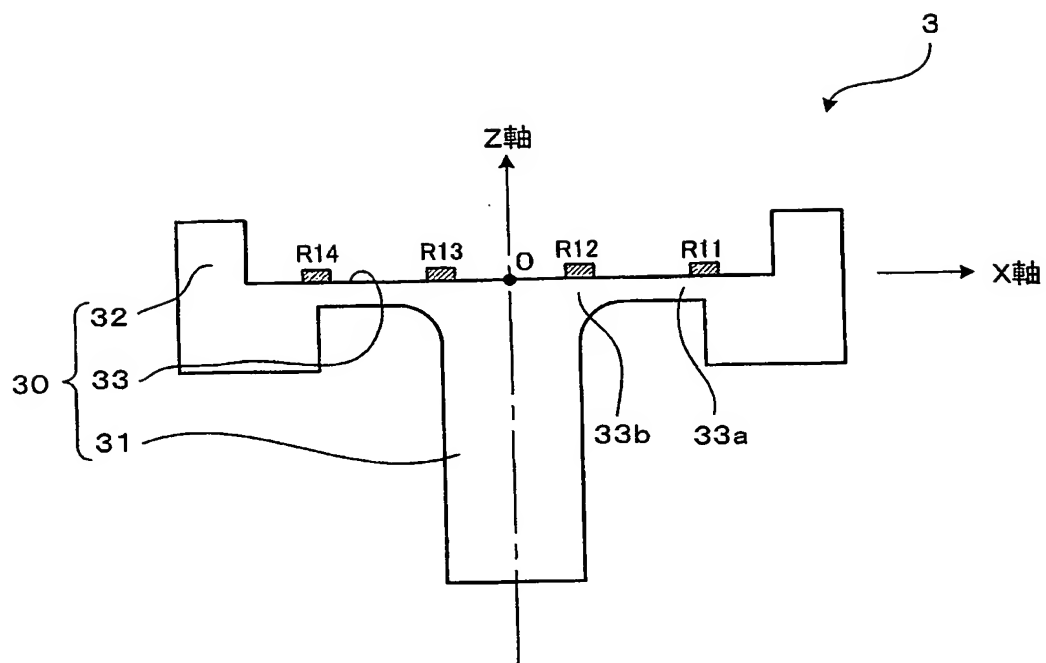
【図 6】



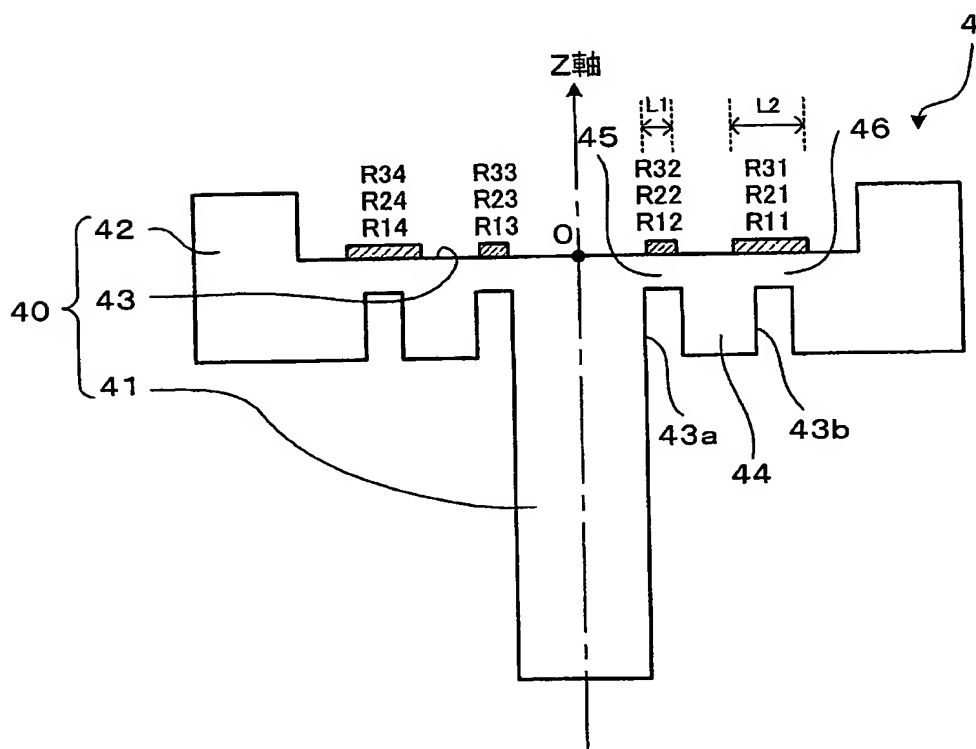
【図 7】



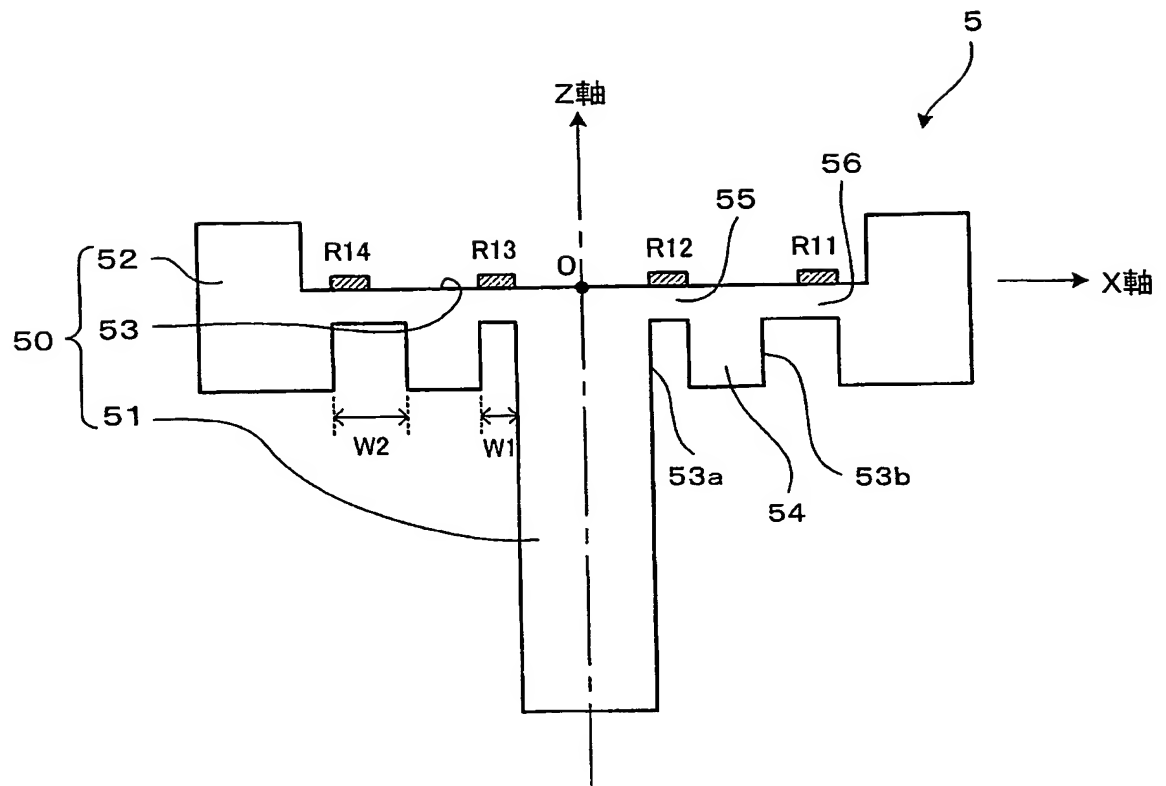
【図 8】



【図 9】

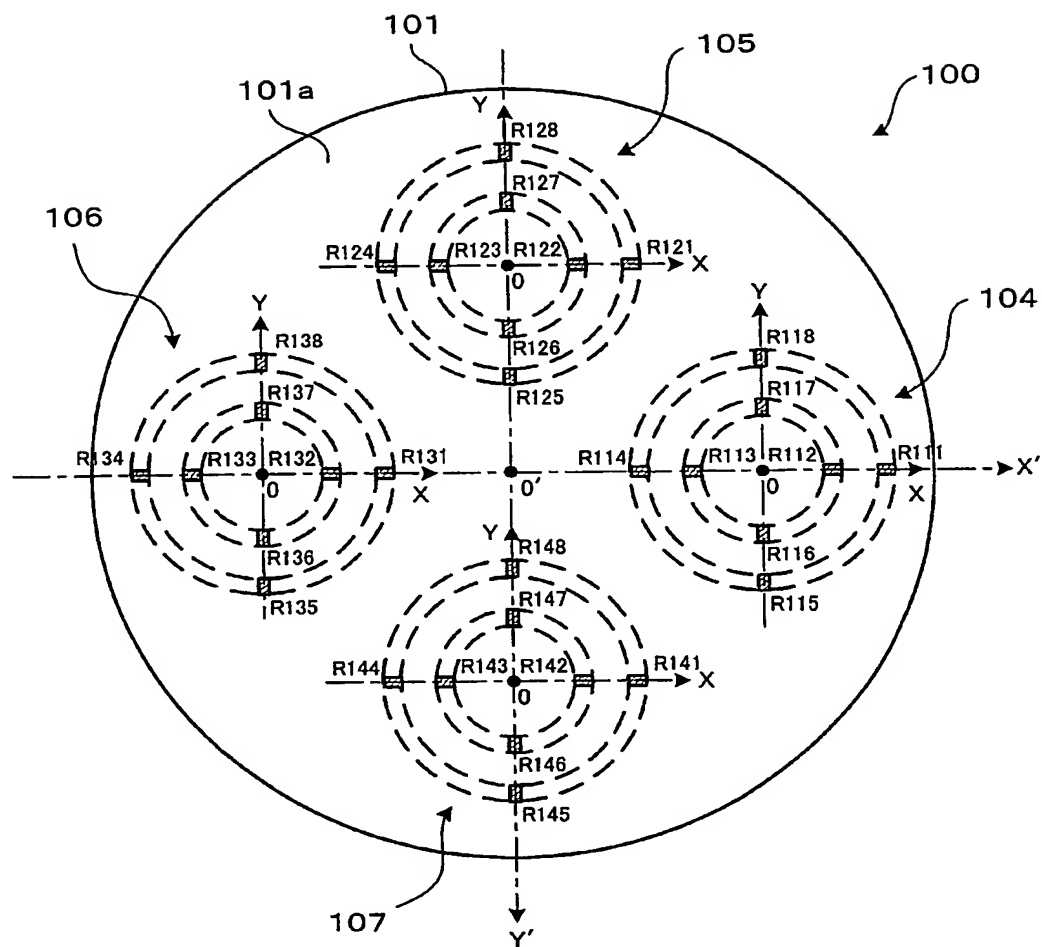


【図 10】

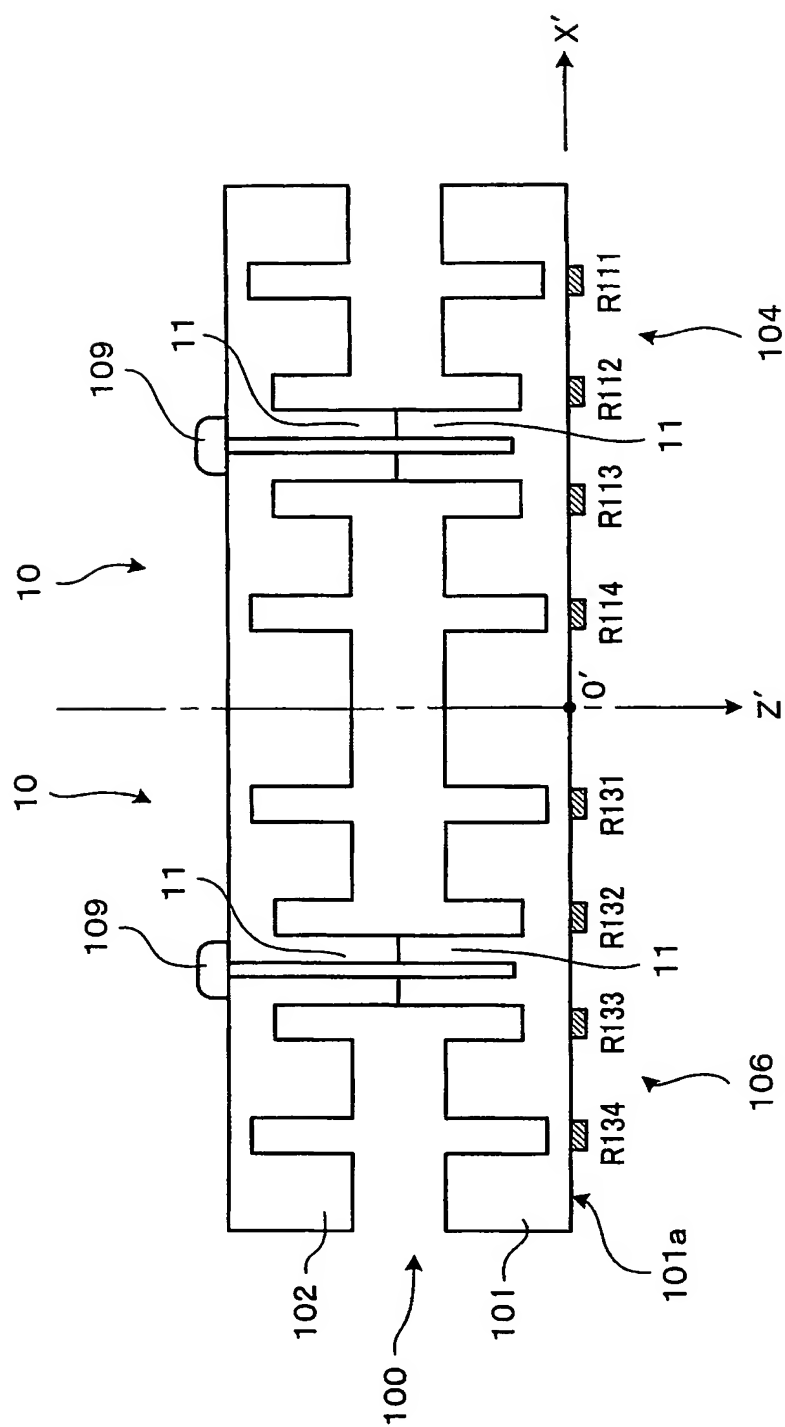




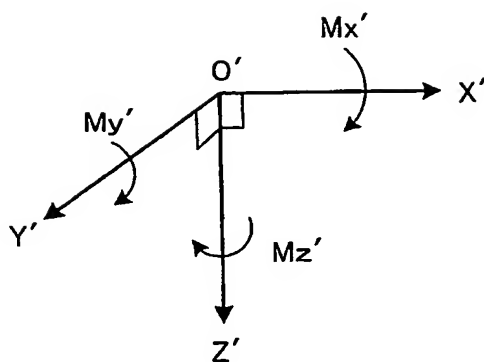
【図 11】



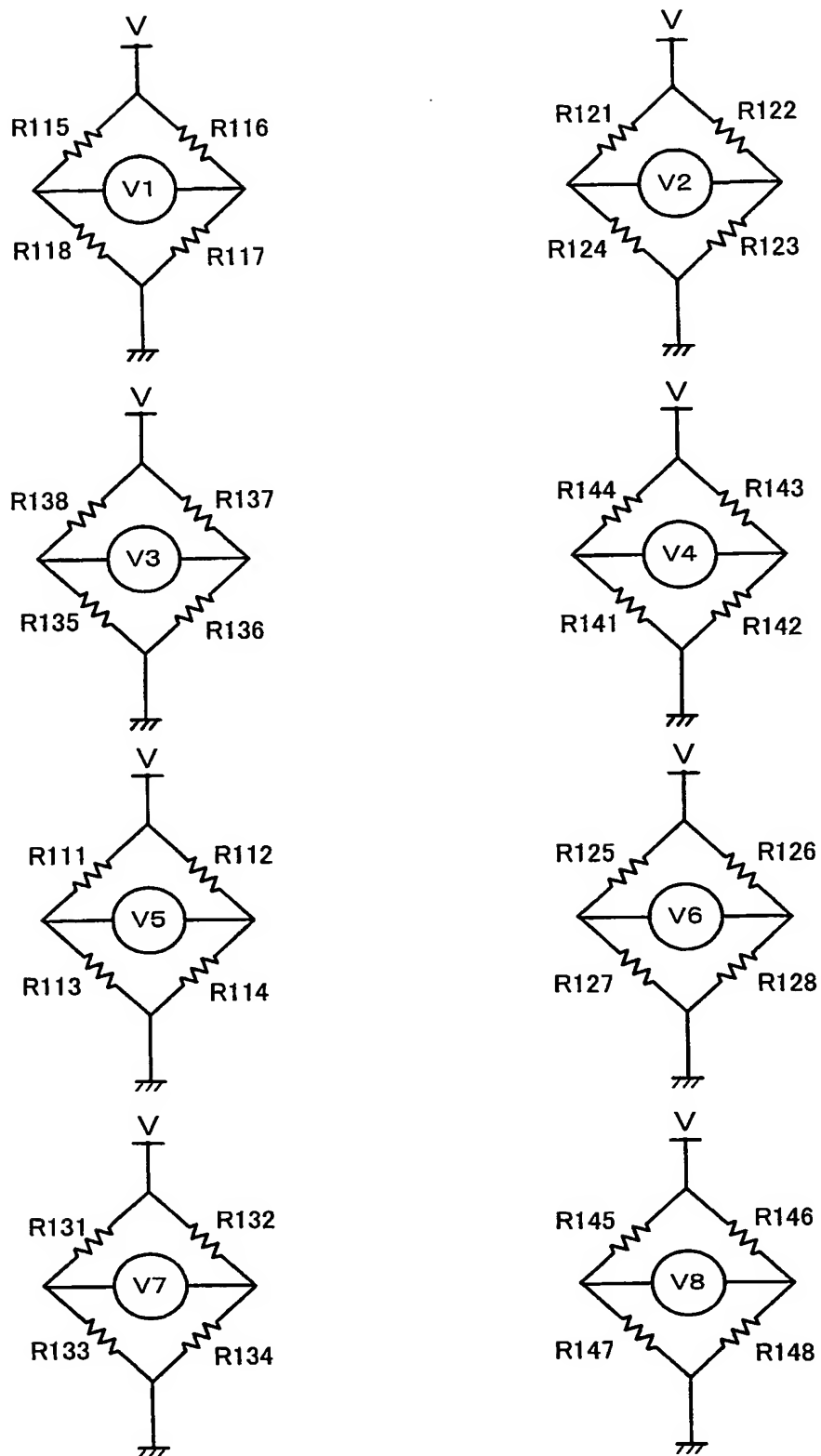
【図 12】



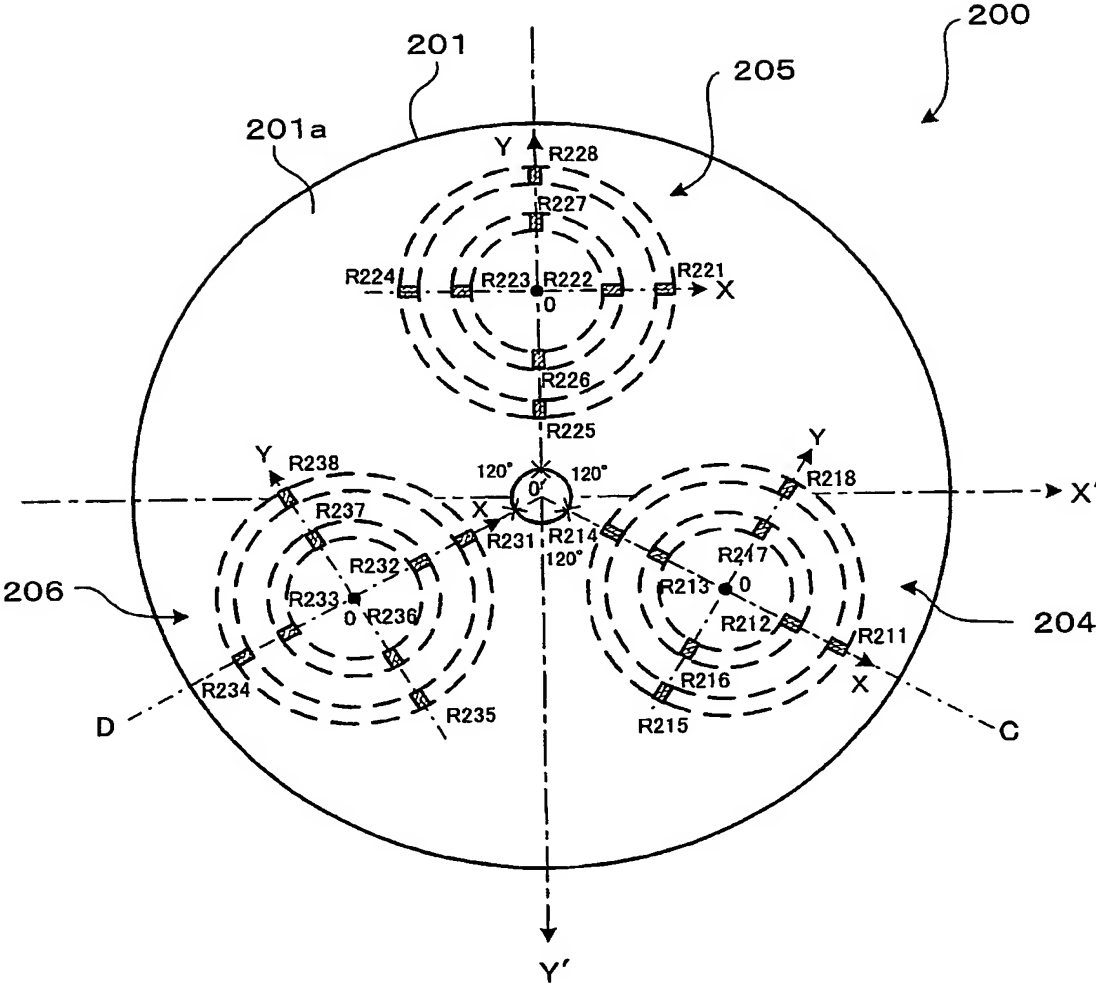
【図 13】



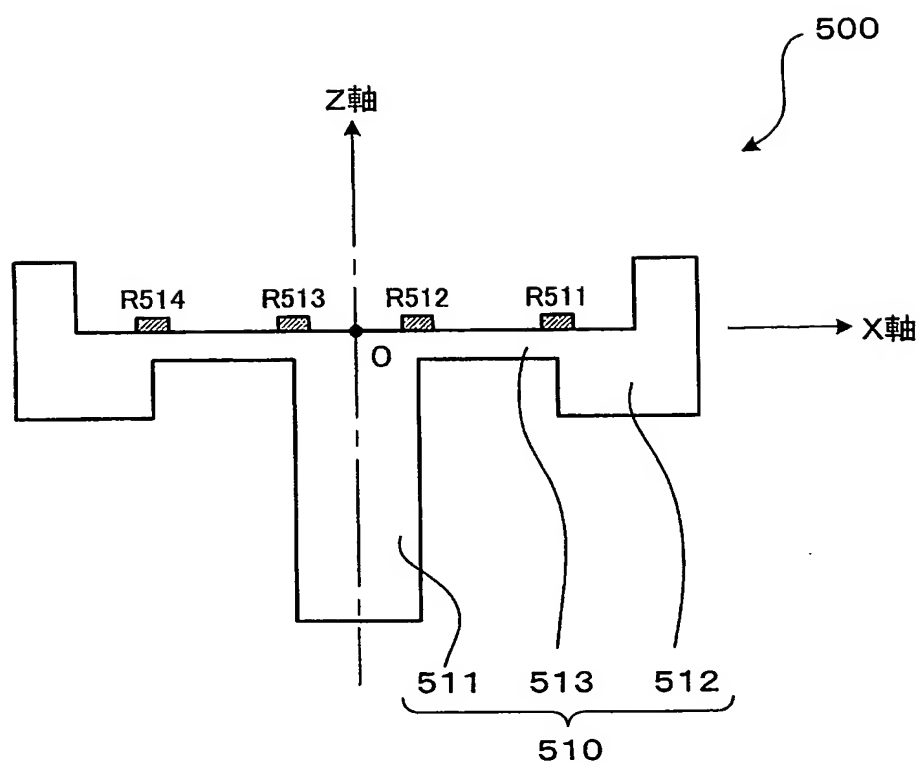
【図 14】



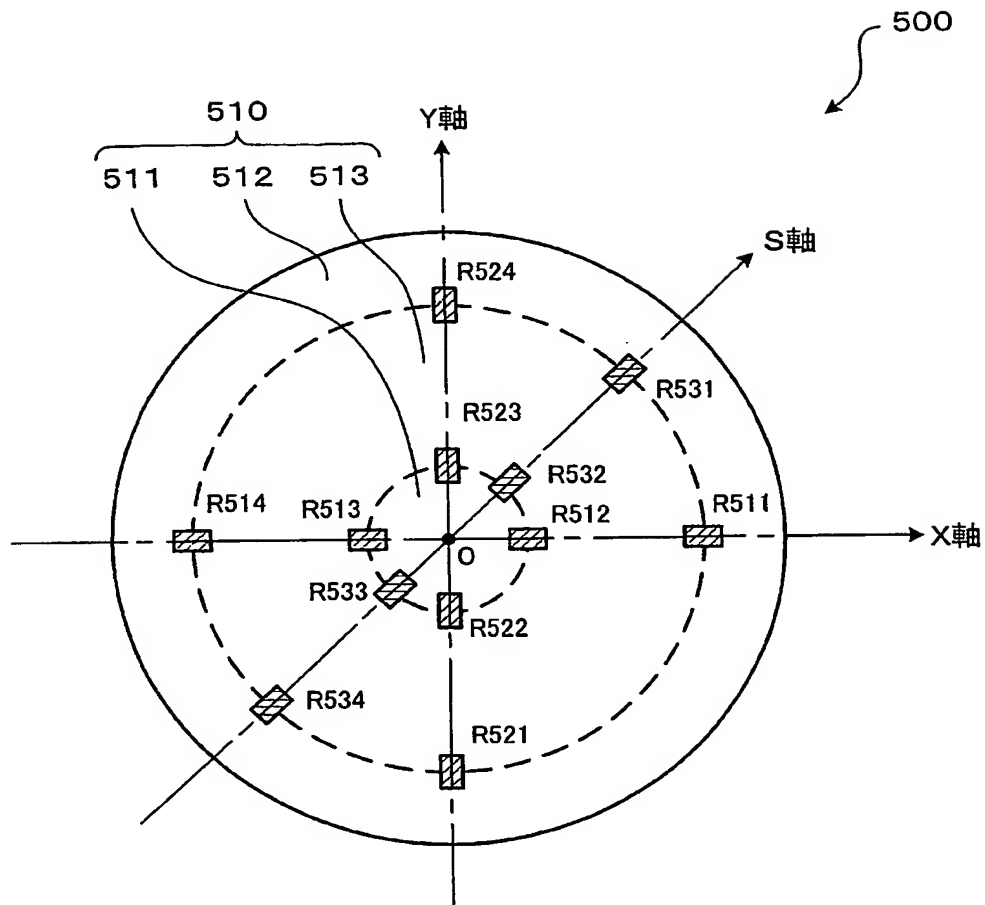
【図 15】



【図 16】

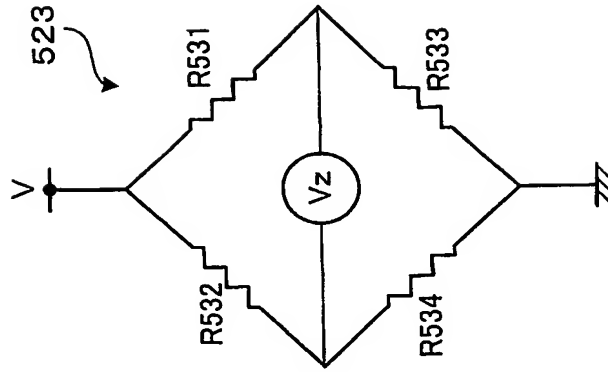


【図 17】

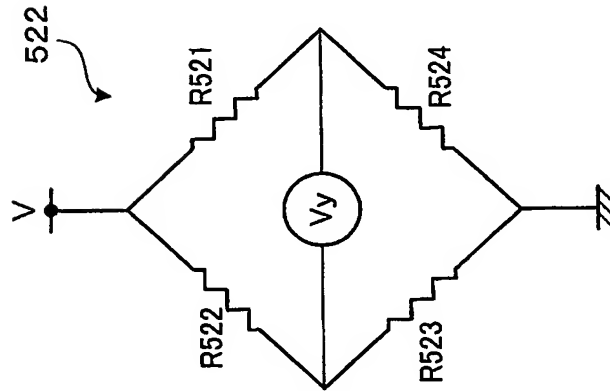


【図 18】

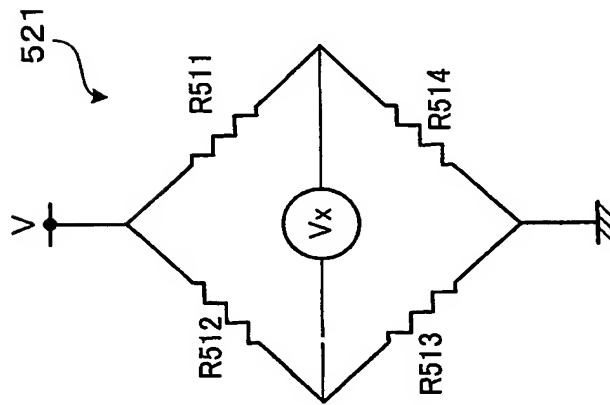
( C )



( B )

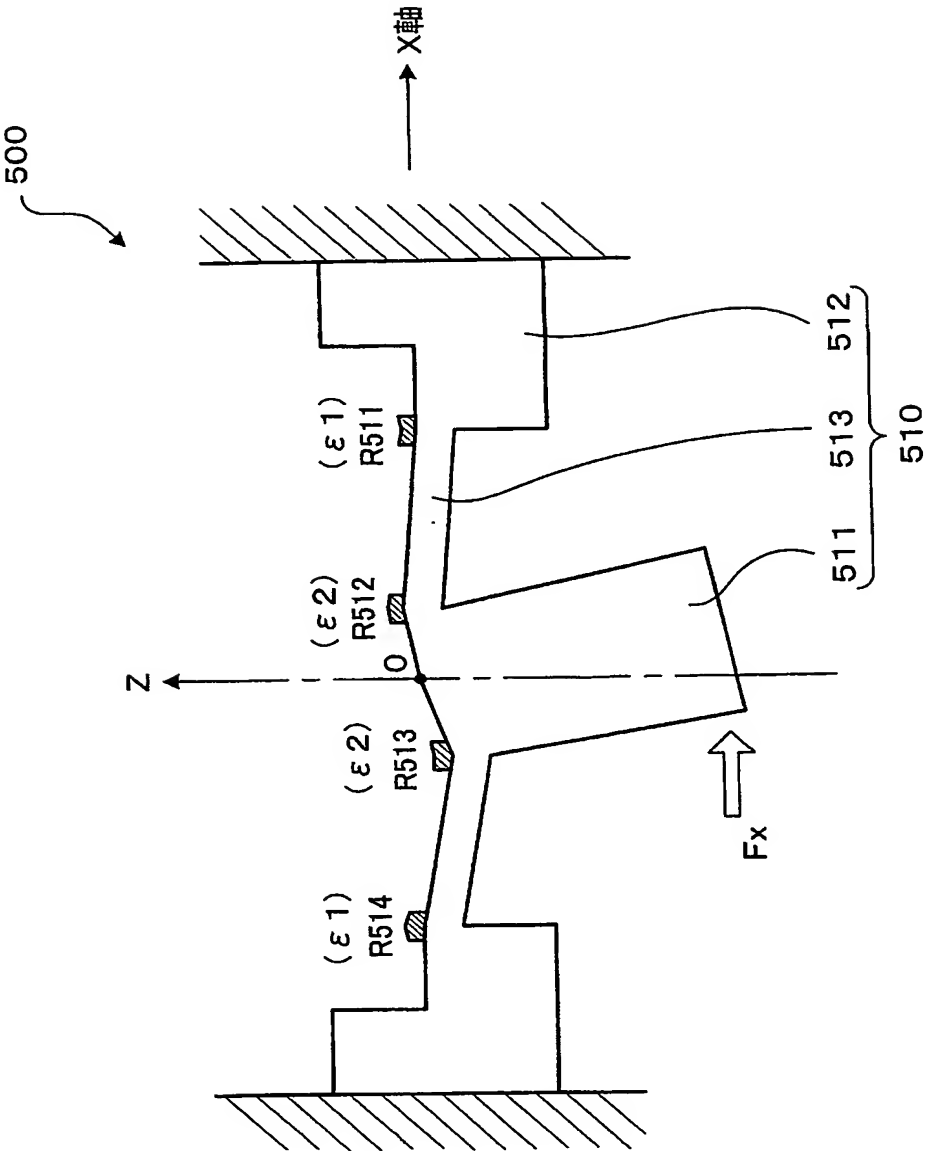


( A )





【図 19】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 歪みゲージ型センサおよびこれを利用した歪みゲージ型センサユニットの感度を高める。

【解決手段】 外部から加えられた多軸の力、モーメント、加速度、角加速度の少なくとも 1 つを測定する歪みゲージ型センサ 1 において、受力部 11 の上端部近傍と受力部 11 の周囲に配置された固定部 12 とを連結する略円板形状の連結部 13 の内縁部および外縁部に、それぞれ肉厚の異なるダイヤフラム 15、16 を形成する。そして、ダイヤフラム 15 とダイヤフラム 16 との肉厚を、原点 O を通る直線とダイヤフラム 15 および 16 との交点での歪みが等しくなるように定める。また、原点 O を通る直線とダイヤフラム 15 および 16 との交点に歪みゲージを配置する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 3 7 9 6 8 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 1 1 1 0 8 5 ]

1. 変更年月日	2 0 0 2 年 2 月 2 1 日
[変更理由]	住所変更
住 所	大阪府大阪市浪速区桜川 4 丁目 4 番 2 6 号
氏 名	ニッタ株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record.**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☒ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**